

MOBILE GEOWEB-METHODEN FÜR DIE PLANUNG

**Die Fortentwicklung des stadt- und umweltplanerischen Methodenreper-
toires im Rahmen von Crowdsourcing, Monitoring und Echtzeitplanung**

Vom Fachbereich Raum- und Umweltplanung der

Technischen Universität Kaiserslautern zur Verleihung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) genehmigte Dissertation von

Master of Science (M.Sc.) Daniel Broschart

Mündliche Prüfung: 27. Oktober 2017

Dekan des Fachbereiches: Prof. Dr. rer. nat. Sascha Henninger

Vorsitzende der Prüfungskommission: Prof. Dr. phil. Annette Spellerberg

Betreuer und Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich

Prof. Dr. Thomas Blaschke

Technische Universität Kaiserslautern 2017

D 386

Selbstverfassererklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe und die Promotionsordnung des Fachbereichs Architektur/ Raum- und Umweltplanung/ Bauingenieurwesen der Technischen Universität Kaiserslautern vom 19. Januar 1983 (Staatsanzeiger Nr. 4 vom 31.01.1983, S. 88), letztmalig geändert am 25.02.2002 (StAnz. Nr. 9 vom 18.03.2002, S. 613) anerkenne.

Landsberg am Lech, den 01.06.2017

Daniel Broschart

Genderhinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

KURZFASSUNG

Das Methodenrepertoire der Stadt- und Umweltplanung befindet sich insbesondere durch den zunehmenden Einsatz von Geoweb-Methoden insgesamt in einem Umbruch hin zu einer „Smart urban Crowdsourcing“-Wissensgesellschaft [STREICH 2011: 236 F]. Kontinuierlich nimmt die Anzahl zur Verfügung stehenden Geoweb-Techniken zu, die auf ihren Einsatz in der Stadt- und Umweltplanung warten, sich in planerische Methoden integrieren oder zu solchen weiterentwickeln lassen. Am Beispiel des Verhältnisses von Planern gegenüber Bürgern werden die Veränderungen des planerischen Aufgabengebietes besonders dadurch deutlich, dass es sich hierbei nicht mehr um den reinen Transport von Informationen und gegebenenfalls eine Hilfestellung bei der Übersetzung dieser in einem klassischen Sender-Empfänger-Prinzip handelt. In einer, durch soziale Netzwerke und mobile Endgeräte, zunehmend digitalisierten Welt, ist es theoretisch möglich, dass jedem Bürger zu jeder Zeit an jedem Ort jede beliebige Information zum Abruf bereit steht. Auf diese Weise kann sich der Bürger informieren, seine eigene Meinung bilden und diese teilen. Da die angesprochenen mobilen Endgeräte zusätzlich mit Verortungstechnik ausgestattet sind und die geteilten Informationen um Angaben eines räumlichen Bezuges in Form von Geo-Koordinaten ergänzt werden können, bekommen die auf diesem Wege erstellten Datensätze auch zunehmend Aufmerksamkeit von Seiten der Raumplanung.

Durch die neu verfügbaren Techniken des Geoweb verändert sich auch das Aufgabengebiet von Stadt- und Umweltplanern: Um den jeweiligen „Stand der Technik“ hinsichtlich einer „smarten Planung“ [EXNER 2013] einsetzen zu können, werden sich Planer heute und auch zukünftig kontinuierlich über neue Techniken informieren müssen, diese auf ihre Einsatzpotentiale untersuchen, bestehende Planungsmethoden ergänzen und zum Einsatz bringen. Die Herausforderungen liegen dabei in der Prüfung der Geoweb-Techniken, deren Fortentwicklung sowie Integration in planerische Methoden. Beim Einsatz dieser neuen Methoden steht Generierung eines Mehrwertes für die von einer Planung betroffenen Menschen und die Planer selbst im Mittelpunkt. Mit dem Smart-

phone steht ein Werkzeug zur Verfügung, welches die Grundlage eines jeden, aktuell in Wissenschaft und Wirtschaft formulierten, „Smart-City“-Ansatzes bilden kann und zu dessen Umsetzung benötigt wird.

Nach einer theoretischen Behandlung des Aufgabengebietes der Stadt- und Umweltplanung und des Planungssystems in Deutschland, geht die vorliegende Arbeit zunächst auf die Genealogie des Internets und dessen Veränderungen der letzten Jahre ein. Neben der Entwicklung des Computereinsatzes in der räumlichen Planung werden die neuen Möglichkeiten durch die Verbreitung von Smartphones behandelt. Außer den Potentialen wie der Erstellung raumbezogener Informationen durch den Einsatz der mobilen Endgeräte werden auch die dadurch verstärkt aufkommenden Themen des Datenschutzes und des Datenbewusstseins betrachtet.

Die Techniken und Methoden lassen sich den klassischen Aufgabenbereichen von Stadt- und Umweltplanern zuordnen. In der vorliegenden Arbeit erfolgt dieser Ansatz anhand der vier Bereiche der **Strukturplanung**, der **Raumsensorik**, der **Gestaltungsplanung** und den **Kommunikationsplattformen** entsprechend.

Das Kapitel zum Aufgabengebiet der Strukturplanung wird bei der zugehörigen Analyse nach den geometrischen Struktureinheiten punktueller, linien- und flächenhafter Informationen unterteilt. Der Bereich der Raumsensorik behandelt neben punktuell im Raum installierten Sensoren (wie z.B. Klimasensoren), die Ansätze der Humansensorik bzw. des „Menschen als Sensor im Raum“ [GOODCHILD 2007, RESCH ET AL. 2011, EXNER ET AL. 2012] und die Möglichkeiten optischer Sensortechniken, die mit unbemannten Luftfahrtgeräten nun auch als „fliegendes Auge“ zum Monitoring des Stadt- und Umweltraumes zum Einsatz gebracht werden können. Im klassischen Themengebiet der Gestaltungsplanung werden die Potentiale von virtuellen 3D-Welten in den Bereichen 3D-(Stadt-)Modelle, 360-Grad-Videos, Augmented Reality und Virtual Reality behandelt. Das den Hauptteil abschließende Kapitel rückt dagegen die Aspekte Information und Kommunikation noch einmal explizit in den Vordergrund. Hierbei wird unter anderem der Gedanke eines City-Dashboards hinsichtlich des damit zu erzielenden Mehrwertes fokussiert.

Neben der Erweiterungen hinsichtlich des Aufgabengebietes von Planern ändert sich auch dessen Rollenverständnis: In der Wissensgesellschaft befindet sich die Rolle des Planers zunehmend im Wandel und dieser nimmt eher die Rolle eines „Anwaltes in raumbezogenen Fragen“ der Bürger ein, berät diese, hilft bei der Formulierung deren Anliegen (beispielsweise auch durch die Zurverfügungstellung geeigneter Plattformen und Werkzeuge) und bringt deren Belange im Planungsprozess ein [STREICH 2014:167].

Die Auswirkungen auf das Selbstverständnis des Berufsbildes des Planers werden in einem abschließenden Fazit noch einmal aufgegriffen und zukünftige Themen im Ausblick und weiteren Forschungsbedarf thematisiert und skizziert.

MOBILE GEOWEB-METHODEN FÜR DIE PLANUNG

Die Fortentwicklung des stadt- und umweltplanerischen Methodenrepertoires im Rahmen von Crowdsourcing, Monitoring und Echtzeitplanung

1. STADT- UND UMWELTPLANUNG IM GEOWEB	13
1.1. Einleitung	13
1.2. Stand der Forschung und Forschungsbedarf	16
1.3. Zielsetzung und Vorgehensweise	19
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	21
2.1. Stadt- und Umweltplanung	21
2.2. Das Planungssystem in Deutschland	25
2.3. Die Genealogie des Internets	29
2.4. Computereinsatz in der Stadt- und Umweltplanung	31
2.5. Smartphone-Einsatz in der räumlichen Planung	36
2.6. Monitoring	42
2.7. Personenbezogene Daten und Datenschutz	44
3. DIE FORTENTWICKLUNG VON GEOWEB-TECHNIKEN ZU PLANUNGSMETHODEN	48
3.1. Kartierung räumlicher Strukturen	51
3.1.1. Punkte	54
3.1.2. Linien	63
3.1.3. Flächen	71
3.1.4. Zwischenfazit	79
3.2. Sensorbasiertes Raummonitoring	81
3.2.1. UAS-Einsatz in der räumlichen Planung	82
3.2.2. Sensornetzwerke im Raum	96
3.2.3. Menschen als Sensoren	104
3.2.4. Zwischenfazit	116

3.3. Gestaltungsplanung	
3.3.1. Virtuelle 3D-Modelle	120
3.3.2. 360-Grad-Videos und Virtual Reality (VR)	133
3.3.3. Augmented Reality (AR)	141
3.3.4. Zwischenfazit	153
3.4. Kommunikationsplattformen	
3.4.1. City Dashboards und Teillösungen	158
3.4.2. Zwischenfazit	165
4. FAZIT	167
5. AUSBLICK & WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	171
6. LITERATUR	173
7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	196
8. STICHWORTVERZEICHNIS	204
9. LEBENSLAUF	210
10. DANKSAGUNG	212

MOBILE GEOWEB-METHODEN FÜR DIE PLANUNG

Die Fortentwicklung des stadt- und umweltplanerischen Methodenreper-toires im Rahmen von Crowdsourcing, Monitoring und Echtzeitplanung

1. STADT- UND UMWELTPLANUNG IM GEOWEB

1.1 Einleitung

Informationen und Wissen stellen in einer Wissensgesellschaft die wichtigsten Güter dar [STREICH 2011:18FF]. Die Entwicklungen des Internets und einhergehende technische Errungenschaften wie das Smartphone haben ihren entscheidenden Teil dazu beigetragen, dass sich die Gesellschaft hierhin entwickelt hat. Während das Internet der ersten Generation vor allem auf das Verbreiten und das Abrufen von Informationen ausgelegt war, lag der Schwerpunkt in der Generation „Web 2.0“ auf der sozialen Vernetzung. Soziale Medien bieten die Möglichkeiten einer globalen Vernetzung von Menschen und deren Organisation in sozialen Gruppen. Ohne direkten, persönlichen Kontakt können sich Personen innerhalb dieser Gruppen gegenseitig zu bestimmten Themen informieren und Meinungen austauschen. Die dritte Generation des Internets erweitert die in sozialen Gruppen geteilten, bis dato ortsunabhängigen Informationen, um Geo-Koordinaten: Durch diese Georeferenzierung erhalten Informationen einen Ortsbezug. Jede Person, die diese Daten abrufen, kann Informationen aus erster Hand direkt am Ort des Geschehens abrufen [ZEILE 2010:97F, STREICH 2011:24]. Die Entwicklung des Smartphones und dessen Verbreitung in der Bevölkerung hat diese Entwicklungen zusätzlich begünstigt. Heute kann jede Person Informationen an jedem Ort abrufen oder eigene Informationen mit seiner sozialen Gruppe oder der Öffentlichkeit teilen. Insbesondere der Aspekt der zunehmenden Zahl georeferenzierter Informationen macht diese Entwicklungen für den Bereich der Stadt- und Umweltplanung interessant: Da sich die querschnittsorientierte Disziplin mit raumrelevanten Fragen beschäftigt, gilt es zu prüfen, wel-

che raumrelevanten Komponenten aus den geteilten Informationen bezogen, in Planungsmethoden integriert, analysiert und zur Ableitung von Handlungsbedarfen verwendet werden können.

Einhergehend mit dieser Thematik werden im Wissenschafts- als auch im Wirtschaftsbereich Begriffe wie „**Big Data**“ und „**Smart City**“ aus den unterschiedlichsten Gesichtspunkten immer wieder diskutiert. Eine allgemein gültige Definition konnte bisher ebenso wenig formuliert werden, wie eine Abschätzung, welche Dimension die Auswirkungen dieser Entwicklungen für den Bereich der Stadt- und Umweltplanung haben wird. Handelt es sich bei der „Smart City“ um ein Leitbild oder ein Label [SCHLÖBL 2016]? Kritiker äußern ihre Bedenken hinsichtlich des inflationären Einsatzes des „smarten“, mit dem mittlerweile nahezu jedes Produkt auf dem Markt platziert wird. In ihrem kritischen Paper „Smart City or Smurfs City?“ wählen Murgante und Borruso hierzu den Vergleich mit der Welt der Schlümpfe in der jeder Begriff mit dem Präfix „Schlumpf“ beginnt und es etwa den „Schlumpfwald“ oder „Schlumpfbeeren“ gibt [MURGANTE, BORRUSO 2014]. Handelt es sich demnach bei den Diskussionen um Smart Cities nur um einen Labelbegriff mit der Absicht Produkte gegenüber und somit in Städten zu platzieren? Global agierende Unternehmen wie IBM, Cisco Systems, Siemens, Accenture, Ferrovial und ABB haben diesen Trend längst erkannt und strömen mit ihren Lösungen auf diesen Milliarden-Markt [RATTI, TOWNSEND 2011 in EXNER 2014]. Vor allem unter den Gesichtspunkten der wirtschaftspolitischen Interessen schätzen die kommunalen Spitzenverbände und der Deutsche Städtetag eine Verwendung der „Smart City“ als Leitbild höchst kritisch ein [SCHLÖBL 2016:15].

Eine Gemeinsamkeit der forcierten Ansätze stellt die Lösung städtischer Probleme und Fragestellungen durch den Einsatz ganzheitlicher, technischer Systeme an. Mit den Zielvorstellungen der Gestaltung effizienterer und nachhaltiger städtischer Abläufe und dem einhergehenden Versprechen eine bessere Umgebung für Leben, Arbeit und Freizeit zu gestalten, nehmen die Unternehmen dabei direkten Einfluss auf das Arbeitsfeld von Stadtplanern.

Die Vernetzung technischer Infrastruktur stellt bei den präsentierten Lösungsansätzen ein zentrales Element dar: Beispielsweise können Lichtverkehrsanlagen

miteinander kommunizieren und in Abstimmung geschaltet werden, um so den Verkehr zu beeinflussen und Staus zu vermeiden. In einer Welt in der Zeit ein kostbares Gut ist, wird die kürzeste Strecke zu Gunsten der schnellsten zu bewältigenden Strecke aufgegeben.

Während der Einsatz von neuen Technologien einerseits seine Berechtigung haben mag, stellen sich andererseits aber auch Gefahren, wenn beispielsweise das Thema „Sicherheit im öffentlichen Raum“ durch das Anbringen von Überwachungskameras bei gleichzeitiger Reduzierung von Polizeipräsenz behandelt wird. Befürworter solcher Maßnahmen müssen Fragen der Effizienz beantworten. Auf der anderen Seite stellt sich aber auch die Frage nach der Lebensqualität in einer total digitalisierten Stadtwelt: Was zeichnet Lebensqualität und Lebensgefühl aus und wie sind Lebensräume zu gestalten, damit sie ein Höchstmaß an Lebensqualität bieten?

Die von Carlo Ratti formulierte Forderung „Smart cities need smart citizens“, dass die smarten Städte also smarte Bürger benötigen [RATTI 2013, ALLESSIE 2016], greift wohl noch einen Schritt zu kurz: Nicht nur die in einer Stadt lebenden Bürger, sondern jeder Mensch soll sich in dem geplanten und gestalteten Lebensraum wohlfühlen können und dürfen!

An dieser Stelle lässt sich direkt mit dem, von Jane Jacobs bereits in ihrem Buch 1961 veröffentlichten Buch „The Death and Life of Great American Cities“ postulierten, Ansatz „Cities have the capability of providing something for everybody, only because, and when, they are created by everybody“ ansetzen [JACOBS 1961:238]. Damit sich Menschen an der Planung und Gestaltung eines Raumes beteiligen können, bedarf es kleinteiliger Lösungsansätze, welche eine ausgeprägte Bottom-Up Charakteristik aufweisen [RATTI, TOWNSEND 2012:65 in EXNER 2013:162, MARIN 2017].

Die vorliegende Arbeit setzt zunächst bei den neuen, im Rahmen der Geoweb-Entwicklung zur Verfügung stehenden, Techniken an, untersucht diese auf ihre planerische Anwendbarkeit und deren Fortentwicklung zu Methoden für die Stadt- und Umweltplanung. Entsprechend der planerischen Disziplinen der Strukturplanung, der Raumsensorik, der Gestaltungsplanung und dem Themengebiet der Kommunikation werden die vorwiegend geobezogenen Techniken

untersucht. Soziale Netze bilden das zum Einsatz dieser Techniken und Methoden notwendige Rückgrat im Sinne einer Plattform, auf der sich diese Entwicklungen überhaupt abspielen können. Damit sind sie gleichzeitig Motor und Beschleunigungsfaktor für die Fortentwicklung der Geoweb-Methoden im Planungsbereich.

Wenn jede Person zu jeder Zeit Informationen teilen kann, bringt dies aber auch zusätzliche Herausforderungen mit sich: Ein kritischer Umgang mit aus dem Internet bezogenen Daten ist hierbei ebenso erforderlich wie die Berücksichtigung der Aspekte des Datenschutzes.

1.2 Stand der Forschung und Forschungsbedarf

Durch Entwicklungen der letzten Jahre wie der Verbreitung von Smartphones in der Bevölkerung und der zunehmenden Digitalisierung des Alltags, ergeben sich Auswirkungen, welche zunehmend die räumliche Planung betreffen. Insbesondere Daten mit einem Geo-Bezug, das heißt georeferenzierte Informationen lassen in weiteren Analyseschritten Aussagen über den Raum und Veränderungen innerhalb dessen zu. In den zugehörigen Märkten der Smartphone-Betriebssysteme tummelt sich eine Vielzahl an Applikationen (kurz: Apps) die aufgrund ihrer Spezifikationen durchaus Potentiale für einen Einsatz in der räumlichen Planung haben. Die Entwicklungen auf den App-Märkten sind allerdings so schnell, dass ein Überblick über das vorhandene Angebot nur schwer möglich ist. Um auf dem neuesten Stand zu bleiben ist eine fortlaufende Beobachtung und Analyse der zur Verfügung stehenden Anwendungen unumgänglich. Planer müssen hierbei nicht zwingend selbst eigene App-Programmierungen auf den Markt bringen. Das Aufgabengebiet gestaltet sich ganz nach dem Web 2.0-Gedanken in der Entwicklung von neuen Einsatzfeldern und planerischen Methoden, welche sich erst durch die Neu-Kombination bestehender Applikationen ergeben. Im Grunde bieten die App-Märkte eine Art

Werkzeugkasten aus dem sich die Planer bedienen können. Die zur Verfügung stehenden Techniken sind auf ihre Eigenschaften hin zu untersuchen und durch die Erarbeitung neuartiger Workflows zu Methoden weiterzuentwickeln. Das Spektrum der einsetzbaren Apps kann sich dabei vom Bereich der Kartierung, über die Raumsensorik, bis hin zu Visualisierung und Kommunikation erstrecken und außerdem beliebig miteinander kombiniert werden.

Im Rahmen der Digitalisierung des Alltags wird die Umwelt des Menschen zunehmend mit Sensoren ausgestattet. Diese Sensoren dienen dazu, installierte Systeme zu überwachen, zu beobachten und somit Notwendigkeiten zur Anpassung und Optimierung frühzeitig erkennen und entsprechende Maßnahmen vornehmen zu können. Insbesondere im Rahmen der Diskussion um die „Smart City“, die vernetzte Stadt, bei der ein Großteil der Vorgänge digital ablaufen wird, werden Sensoren im Stadtraum benötigt, um die Abläufe innerhalb dieses Raums kontinuierlich beobachten zu können. Die Aufgaben sind querschnittsorientiert und vielseitig: Analyse von Bewegungsmustern, Optimierung von Verkehrsflüssen, Reduzierung des Energieverbrauchs, etc. werden die Entwicklung der Smart City prägen.

Weltweit agierende Konzerne haben diese Trends längst erkannt und forcieren diesen Markt, indem sie ihre Produkte auf die Bedürfnisse der Städte ausrichten und diese als technische Lösungsansätze für städtische Probleme platzieren [RATTI, TOWNSEND 2011 in EXNER 2014]. Parallel zu dieser Entwicklung müssen sich die für die Entwicklung der Städte verantwortlichen Personen aber auch die Fragen stellen, inwieweit sich eine Stadt und deren Planer damit von Konzernen abhängig macht, welche Systeme wirklich benötigt werden und einen Mehrwert im Alltag der Menschen erzielen. Zudem stellt sich die Frage, wie weit Monitoring im Sinne einer Überwachung eines Raumes gehen darf, damit sich die Menschen in einer Region oder Stadt wohl fühlen können.

Bei den Optimierungsaufgaben der Smart City-Ansätze wird die Frage nach dem durch die installierten Systeme generierten Mehrwert für die Menschen, die in diesem Raum leben eine entscheidende sein, vor allem wenn es um den Aspekt der Lebensqualität geht. Das Beispiel Masdar City zeigt, dass die Totalüberwachung auch das genaue Gegenteil der beabsichtigten Ziele bewirken kann: Die

in der Wüste auf Basis der Planungen von Norman Foster von Grund auf neu errichtete komplett CO₂-neutrale, smarte Stadt kann zwar über Sensoren vollständig überwacht werden, die damit versprochene Lebensqualität nutzt jedoch nichts, wenn niemand dieses System annimmt und in diesem urbanen Raum leben möchte [MASDAR CITY 2017, EXNER 2013:197F].

Im Gegensatz zu den Top-Down geprägten Smart City-Lösungen, bietet die Erfindung des Smartphones bald jedem Menschen ein „Smart City“-Tool, mit dem er sich informieren, mitteilen und am zunehmend digitalen, städtischen Leben teilhaben kann. Das Smartphone ist als eine Art „Schweizer Taschenmesser des 21. Jahrhunderts“ zudem mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet. Der 2007 begründete Ansatz der „**Volunteered Geographic Information**“ (VGI) beschreibt das Potential des Menschen als Sensoren im Raum [GOODCHILD 2007]. Durch den Einsatz mobiler Erfassungstechniken, sowie der Kombination aus Sensordaten und Geobezug wird dieser Ansatz auch für den Bereich der Stadt- und Umweltplanung zunehmend interessanter: Räumliche Phänomene lassen sich über eine Zeitachse im Sinne eines Monitorings beobachten, analysieren und planerische Maßnahmen ableiten.

Beispielsweise können Bürger Lärmmessungen selbst durchführen und diese an die Stadt melden; ein Einsatz von teuren Spezialmessgeräten ist nicht mehr zwingend erforderlich. Durch die Überlagerung dieser Meldungen entsteht eine Crowd-basierte Lärmkartierung des Stadtraumes, welche sich durch die kontinuierliche Einspeisung neuer Meldungen selbst aktualisiert, berichtigt und die Grundlage für die Initiierung von Bottom-Up Planungsansätzen darstellt [STREICH 2014:80].

Mit einer Analyse aktueller Techniken liegt das Bestreben der vorliegenden Arbeit nicht nur darin Planern eine aktuelle Übersicht über diejenigen Tools zu geben, die direkt in der räumlichen Planung eingesetzt werden können. Es geht vielmehr darum, diese Applikationen zu erfassen, den einzelnen Aufgabenbereichen der Planung zuzuordnen, neu zu kombinieren und zu adaptierfähigen planerischen Methoden weiterzuentwickeln. Dabei kann es sich jedoch nur um eine Analyse in Form eines Methodenauffrisses zum aktuellen Zeitpunkt handeln, die niemals dem Anspruch einer vollständigen Erfassung gerecht werden kann.

Außer den raumrelevanten Phänomene die unter Einsatz der behandelten Methoden im Rahmen eines Monitorings über eine Zeitachse beobachtet werden sollen, wird es zukünftig auch Aufgabe von Planern sein, die voranschreitende Entwicklung der Techniken selbst zu beobachten. Hierbei handelt es sich um einen kontinuierlichen Prozess fortlaufender Erweiterung und Verbesserung des planerischen Methodenrepertoires. Aus der Notwendigkeit der fortlaufenden Untersuchung, Integration in bestehende und Entwicklung neuer Methoden resultiert eine Erweiterung des Aufgabengebietes von Planern, welche sich zukünftig noch verstärken wird.

Die Arbeiten „Stadtplanung in der Wissensgesellschaft“ [STREICH 2005, 2011], „Echtzeitplanung“ [ZEILE 2010], „Smarte Planung“ [EXNER 2013], „Mobile Partizipation“ [HÖFFKEN 2015] und „Subversive Stadtplanung“ [STREICH 2014] bilden die Basis für die vorliegende Arbeit und stellen in Verbindung mit dem DFG-Forschungsprojekt „Städtebauliche Methodenentwicklung mit Geoweb und Mobile Computing“ [ZEILE, STREICH 2011] den Stand der Forschung für den Einsatz von auf Techniken des Geoweb basierender Methoden in der Stadt- und Umweltplanung dar, welche im Zuge der Ausweitung des Internet-of-Things ihre Verbreitung über den Globus weiter fortführen werden.

1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel dieser Arbeit ist keine vollständige, aber dennoch eine umfassende Betrachtung von Geoweb-Techniken und deren Einsatzpotentiale in der räumlichen Planung. Einzelne Techniken müssen hierfür unter Umständen neu kombiniert und zu adaptierfähigen planerischen Methoden weiterentwickelt werden, damit deren vielseitiger Einsatz gewährleistet werden kann. Die auf diese Weise entwickelten Geoweb-Methoden bieten das Potential Bottom-Up Planungsprozesse zu initiieren und zu unterstützen. Aufgrund einer zunehmenden zu behandelnden Themenkomplexität, werden sich planerische Aufgaben zukünftig immer

schwieriger gestalten. Der Rückgriff auf die „**Wisdom of Crowds**“ oder „Weisheit der Vielen“ [SUROWIECKI 2004] kann insbesondere bei der Grundlagenermittlung schon vor der Einleitung weiterer Planungsschritten helfen, eine qualifizierte Informationsbasis zu schaffen um mit dieser Komplexität umzugehen.

Um überhaupt beurteilen zu können, welche der verfügbaren Techniken aus dem Geoweb eine planerische Relevanz aufweisen und welche nicht, muss zunächst ein Überblick über das Aufgabenprofil des Planers erarbeitet werden. Auf Basis definierter planerischer Aufgabenbereiche werden anschließend die Techniken aus dem Bereich des Geoweb zugeteilt und vertiefend hinsichtlich ihrer Einsatzpotentiale im jeweiligen Aufgabenfeld analysiert. Die sich hieraus ergebenden Vor- und Nachteile einzelner Techniken werden für deren weitere Kombination herangezogen um diese zu Planungsmethoden fortzuentwickeln. Die hierbei erstellten Workflows werden anhand selbst durchgeführter exemplarischer Studienprojekte auf ihre Handhabbarkeit überprüft und daraus resultierende Erkenntnisse vorgestellt. Die Studienprojekte werden um recherchierte Anwendungsfälle ergänzt, deren deskriptive Aufarbeitung die Einsatzpotentiale zusätzlich untermauern soll. Nach der Erarbeitung und Betrachtung einzelner planerischer Methoden in den zuvor definierten Aufgabengebieten, werden die Ergebnisse in einem abschließenden Fazit reflektiert. Das Kapitel „Ausblick und weiterer Forschungsbedarf“ wagt einen Blick in die Zukunft und unternimmt dabei den Versuch sich bereits abzeichnende oder wünschenswerte Entwicklungen aufzuzeigen. Ebenso wird im finalen Fazit auf die, aus diesen zu beobachtenden Entwicklungen, resultierenden Veränderungen auf das Berufsbild des Planers insgesamt geschlossen.

2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Bevor im Hauptteil auf die technischen Errungenschaften im Rahmen der Geoweb-Entwicklung und deren Einsatzpotentiale im Bereich der Stadt- und Umweltplanung eingegangen wird, müssen zunächst einige theoretische Aspekte behandelt werden. Die in dem nachfolgenden Kapitel betrachteten Grundlagen gliedern sich in die Bereiche „Stadt- und Umweltplanung“ (Kapitel 2.1), „Planungssystem in Deutschland“ (Kapitel 2.2), „Die Genealogie des Internets“ (Kapitel 2.3), „Computereinsatz in der Stadt- und Umweltplanung“ (Kapitel 2.4), „Smartphone-Einsatz in der räumlichen Planung“ (Kapitel 2.5), „Monitoring“ (Kapitel 2.6) und „Personenbezogene Daten und Datenschutz“ (Kapitel 2.7).

Ziel ist hierbei zunächst das Aufzeigen des Aufgabengebietes von Planern und der Identifizierung von Klassen aus planerischer Sicht, denen die Geoweb-Techniken im weiteren Verlauf für eine vertiefende Betrachtung zugeordnet werden können.

2.1 Stadt- und Umweltplanung

Bei der Raumplanung handelt es sich um eine Disziplin mit querschnittsorientiertem Charakter: Aus einer Vielzahl zu behandelnder Fachthemen gilt es Aspekte von bebauter als auch un bebauter Umwelt zu repräsentieren, Belange aus diesen Bereichen abzubilden, Handlungsbedarfe abzuleiten und Planaussagen zu deren Verbesserung zu treffen. Am Beispiel der Bauleitplanung wird die Vielschichtigkeit der Themen schnell deutlich: Planer müssen ihre „Hausaufgaben“ gewissenhaft erledigen, eventuell betroffene Belange identifizieren und im Rahmen von Grundlagenermittlung und Bestandsaufnahme so zusammenführen, dass nachgeschaltete, qualifizierte Planungsschritte überhaupt erst ermöglicht werden.

Neben Aussagen zur aktuellen Planungssituation, den Themen des Naturschutzes, der technischen Infrastruktur sowie Vorkehrungen zum Schutz des Menschen mit dem Ziel der Schaffung gesunder Arbeits- und Wohnverhältnisse, kann das Themenspektrum im Einzelfall beliebig erweitert und umfassender werden. Hierbei wird schnell die Problematik bei der räumlichen Planung deutlich: Ist der Planer auf sich allein gestellt ist es oftmals schwer, alle relevanten Themen zu identifizieren, repräsentativ abzubilden und ausführlich zu behandeln. Durch formelle (im Baugesetzbuch vorgeschriebene) als auch durch informelle Beteiligungsformate werden hierfür Bürger und Träger öffentlicher Belange aktiviert und können am Verfahren partizipieren, sich zu der Planung äußern, Belange ergänzen und so das Themenspektrum komplettieren. Die nachfolgende Abbildung fasst hierzu die wesentlichen Themenkomplexe der bauleitplanerischen Grundlagenermittlung zusammen.

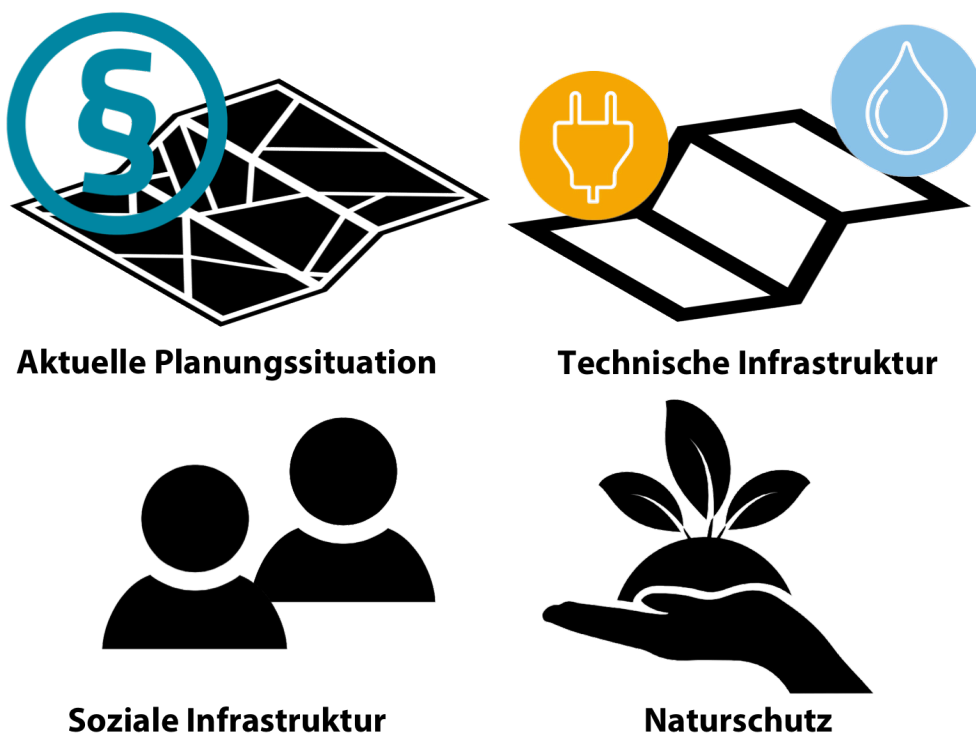


Abbildung 1: Themenkomplexe bei der planerischen Grundlagenermittlung [EIGENE DARSTLELUNG]

Bei der Ermittlung der **aktuellen Planungssituation** geht es zunächst darum, Aussagen aus bestehenden und zu berücksichtigenden Planwerken zu recherchieren:

- Welche Aussagen trifft der geltende Flächennutzungsplan für den zu überplanenden Bereich?
- Lässt sich die angedachte Nutzung aus diesem entwickeln oder bedarf es einer Änderung des Flächennutzungsplans?
- Gibt es rechtsgültige Bebauungspläne im Plangebiet und wenn ja, welche Festsetzungen sind darin getroffen?
- Sind die Aussagen der Planung konform zu übergeordneten Planwerken formeller Art wie dem Regionalplan und des Landesentwicklungsplan?
- Sind die Aussagen der Planung konform zu für das Stadtgebiet geltenden, informellen Planwerken mit Selbstbindungscharakter wie beispielsweise einem integrierten Stadtentwicklungskonzept (ISEK)?

Im Rahmen der Grundlagenermittlung im Bereich der **technischen Infrastruktur** stellen sich dagegen die Fragen:

- Welche Aussagen trifft der Verkehrsentwicklungsplan (VEP) zum Plangebiet?
- Wann wurden die letzten Verkehrserhebungen gemacht und welche Aussagen lassen sich daraus ableiten?
- Wie verlaufen die Leitungen innerhalb und angrenzend des Plangebietes?
- Welche Immissionen sind in dem Plangebiet zu erwarten?
- Ist in dem Plangebiet mit Altlasten zu rechnen?
- Werden in dem Plangebiet Bodendenkmäler vermutet?

Aus **Sicht des Naturschutzes** stellen sich zunächst die Fragen nach etwaig vorliegenden Schutzgebieten:

- Liegt das Plangebiet in einem Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH) oder einem Vogelschutzgebiet (VSG)?
- Sind innerhalb des Plangebietes Biotop kartiert?
- Gibt es im Plangebiet geschützte oder gefährdete Arten?
- Liegt das Plangebiet innerhalb oder an einer Wasserschutzgebietszone?

Der Themenkomplex der **sozialen Infrastruktur** beschäftigt sich im Rahmen der Grundlagenermittlung mit den aus dem Plangebiet ausgelösten Infrastruktureinrichtungen sozialer Art, die der öffentlichen Daseinsvorsorge zugeordnet werden:

- Wie viele Kindergartenplätze werden durch das Plangebiet ausgelöst?
- Wie viele Kinderkrippenplätze werden durch das Plangebiet ausgelöst?

Anhand dieses nur beispielhaft aufgeführten, aber bereits breiten Spektrums wird deutlich, dass sich hieraus schnell Problematiken ergeben können, sollten die zugehörigen Informationen nicht aktuell, genau oder vollständig sein. Im Rahmen der Grundlagenermittlung muss der Planer gewährleisten, dass die zu bearbeitenden Themen angemessen behandelt werden. Crowdsourcing-Ansätze basieren auf der von James Surowiecki formulierten These der Ableitung qualitativ hochwertiger Aussagen aus der „Wisdom of Crowds“ gegenüber der Weisheit einzelner Personen. Durch die Aktivierung dieser Schwarmintelligenz entstehen sich selbst aktualisierende und dabei berichtigende Monitoring-Systeme mit denen raumrelevante Informationen gesammelt und Raumphänomene beobachten werden können.

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf den Bereichen der Stadt- und der Umweltplanung. Während **Stadtplanung** die Aspekte des menschlichen Lebens in Siedlungen in den Vordergrund rückt, geht der Bereich der **Umweltplanung** auf die unbebauten Freiräume, Außenbereiche und den in diesen Räumen vorkommenden Lebewesen ein. Die Begriffskombination Stadt und Umwelt zielt hierbei auf die Schaffung von Lebensräumen mit höchster Lebensqualität für alle Lebewesen und der damit einhergehenden Verantwortung von Planern gegenüber diesen ab.

2.2 Das Planungssystem in Deutschland

Die Raumplanung wird in Deutschland auf verschiedene Planungsebenen und Planungsräume gegliedert, welche wiederum in Wechselwirkung zueinander stehen. Mit Bundesebene, Länderebene, regionaler Ebene und kommunaler Ebene verteilen sich die planerischen Aufgaben in Deutschland auf vier Ebenen (s. Abb. 2).

EBENE	INSTRUMENT	MAßSTABSBEREICH
Bund	Bundesraumordnung	1:500.000 – 1:100.000
Länder	Landesentwicklungsplan	1:100.000 – 1:50.000
Regionen	Regionalplan	1:5.000 – 1:50.000
Kommunen	Flächennutzungsplan Bebauungsplan	1:500 – 1:5.000

Abbildung 2: Das Planungssystem in Deutschland [EIGENE DARSTELLUNG]

Auf **Bundesebene** wird unter Zuständigkeit des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) die **Raumordnung** durchgeführt. Das Raumordnungsgesetz (ROG) regelt hierzu Aufgaben, Leitvorstellungen, Grundsätze und Bindungswirkungen. Des Weiteren sind im ROG allgemeine Vorschriften für die Raumordnungspläne und Regelungen für die Raumordnung in den Ländern und im Bund festgehalten. Ein zentrales Leitbild stellt die nachhaltige Raumentwicklung dar, welche die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, d.h. soziale, ökonomische und ökologische Funktionen in einen ausgewogenen Einklang bringen soll. Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland bilden einen Orientierungsrahmen für die Planungen von Bund

und Ländern, die ihre raumordnerischen Konzeptionen und Leitvorstellungen in der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) abstimmen.

Für bundesweite Planungen wie der Bundesverkehrswegeplanung oder Bedarfs- und Bundesfachplanung für den Ausbau des Stromnetzes sind flächendeckend vorliegende Planinformationen auf allen Ebenen von großer Bedeutung. Der Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) stellt hierzu ein bedeutsames Instrument dar. In dieser seit 2006 als Geoinformationssystem (GIS) und Datenbank vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) aufgebauten Plattform werden zeichnerische und textliche Festlegungen von Bund und Ländern erfasst und als bundesweites Planinformationssystem bereitgestellt [UMWELTBUNDESAMT 2017].

Auf Ebene der Länder werden Raumordnungspläne für das gesamte Landesgebiet als landesweiter Raumordnungsplan und für ihre Teilregionen als Regionalpläne auf Grundlage des Raumordnungsgesetzes sowie der jeweiligen Landesplanungsgesetze aufgestellt. Die Bezeichnungen der Pläne können von Land zu Land variieren und liegen in der Regel im Maßstabsbereich von 1:100.000 bis 1:500.000.

Gemeinsamkeit dieser **Landesentwicklungspläne** ist die Formulierung von konkreten Festlegungen als Ziele der Raumordnung mit verbindlichem Charakter und Grundsätze der Raumordnung, die bei nachfolgenden Abwägungsentscheidungen zu berücksichtigen sind, der Abwägung jedoch zugänglich sind, zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des betroffenen Raumes. Ziele und Grundsätze können hierbei Aussagen zur Siedlungsstruktur, zur Freiraumstruktur und zu sichernden Standorten und Trassen für die Infrastruktur treffen. Ebenso können Gebiete als Vorranggebiete, Vorbehaltsgebiete oder Eignungsgebiete für bestimmte Nutzungen festgelegt werden. Im Rahmen der Aufstellung der Raumordnungspläne ist gemäß §9 ROG eine strategische Umweltprüfung durchzuführen und deren Ergebnis im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen, bei der dann auch öffentliche und private Belange gegeneinander und untereinander abzuwägen sind. Genau wie in der Bauleitplanung sind die Öffentlichkeit und die betroffenen Träger öffentlicher Belange über die Aufstellung des Raumordnungsplanes zu informieren. Ihnen ist Gelegenheit zur Stel-

lungnahme zu Entwurf und Begründung des Raumordnungsplanes zu geben. Durch die Zusammenarbeit mit betroffenen Stellen und Personen des Privatrechts sollen die Träger der Landes- und Regionalplanung die Verwirklichung der Raumordnungspläne vorbereiten. Denkbar sind dazu Formen wie regionale Entwicklungskonzepte, regionale Netzwerke und Kooperationsstrukturen, regionale Foren und Aktionsprogramme zu Handlungserfordernissen. Die Raumverträglichkeit raumbedeutsamer Planungen und Maßnahmen im Sinne des §1 Raumordnungsverordnung wird im Raumordnungsverfahren gemäß §15 ROG durch die zuständige Landesbehörde geprüft. Dabei wird die zukünftige Planung oder Maßnahme auf ihre raumbedeutsamen Auswirkungen unter überörtlichen Gesichtspunkten geprüft, ob diese mit den Erfordernissen der Raumordnung übereinstimmt und mit anderen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen abgestimmt ist [UMWELTBUNDESAMT 2017].

Auf Ebene der Regionen werden regionale Raumordnungspläne als **Regionalpläne** aufgestellt, welche die Grundsätze und Ziele der landesweiten Raumordnungspläne für die Teilräume des betroffenen Landesgebietes konkretisieren, was in den deutschen Ländern unterschiedlich organisiert ist. Es existieren kommunale, staatliche und Mischformen zur Organisation und die Planungsräume unterscheiden sich entsprechend in ihrer Flächengröße. Die Maßstäblichkeit der Regionalpläne liegt im Bereich von 1:50.000 bis 1:100.000 und kann einzelne Landkreise, größere abgegrenzte Regionen, bis hin zu Regierungsbezirken umfassen [UMWELTBUNDESAMT 2017].

Zentrales Element des Städtebaurechts stellt die **Bauleitplanung** auf kommunaler Ebene dar, deren zentrale Aufgabe es ist, die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke auf ihrem Gemeindegebiet nach den Maßgaben des Baugesetzbuches vorzubereiten und zu leiten. Bauleitpläne werden in den Flächennutzungsplan als vorbereitenden Bauleitplan und die Bebauungspläne als verbindliche Bauleitpläne unterschieden. Der **Flächennutzungsplan** trifft dabei Aussagen zum gesamten Gemeindegebiet und hat eine selbstbindende Wirkung für die Gemeinde. Die **Bebauungspläne** sind grundsätzlich aus dem Flächennutzungsplan heraus zu entwickeln und beinhalten konkrete Festsetzungen in den Teilräumen des Gemeindegebietes. Damit können Nutzungsmög-

lichkeiten und Bebaubarkeit der Grundstücke Privater beeinträchtigt werden. Der Flächennutzungsplan wird je nach Gemeindegröße im Maßstabsbereich von 1:5.000 bis 1:50.000 erstellt. Das Maßstabsspektrum der Bebauungspläne umfasst den Bereich von 1:500 bis 1:5.000. Für die Bauleitplanung sind neben dem Baugesetzbuch (BauGB), die Baunutzungsverordnung (BauNVO) und die Planzeichenverordnung (PlanzV) von wesentlicher Bedeutung.

Die Gemeinden haben gemäß BauGB Bauleitpläne aufzustellen, sobald und soweit es für deren städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist. Die Bauleitpläne sind hierbei den Zielen der Raumordnung der höheren Planungsebenen anzupassen und sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung gewähren, welche die drei Nachhaltigkeitsdimensionen in Einklang bringt. Von der Gemeinde beschlossene städtebauliche Entwicklungskonzepte sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne ebenso zu berücksichtigen wie beispielsweise die Belange des Umweltschutzes und der Landschaftspflege oder sonstigen Planungen. Da Grund und Boden nicht vermehrbar sind, soll grundsätzlich sparsam und schonend mit diesem umgegangen werden. Eine zusätzliche Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen soll verringert werden, wozu Entwicklungsmöglichkeiten durch die Wiedernutzbarmachung von Flächen (Konversion), Nachverdichtung und sonstige Maßnahmen der Innenentwicklung zu verfolgen sind.

Zur Aufstellung der Bauleitpläne sind die Belange privater und öffentlicher Natur, die bei der Abwägung von Bedeutung sind, zu ermitteln und zu bewerten. Die Belange des Umweltschutzes werden im Rahmen einer Umweltprüfung identifiziert. Die Öffentlichkeit ist frühzeitig über die Ziele und voraussichtlichen Auswirkungen der Planung zu informieren und hat Gelegenheit sich zu äußern. Behörden und Träger öffentlicher Belange, welche durch die Planung berührt werden, werden ebenfalls unterrichtet und zur Äußerung ihrer Belange aufgefordert. Das auf diese Weise zusammengetragene Abwägungsmaterial wird gegeneinander und untereinander abgewogen.

Informelle, d.h. nicht gesetzlich geregelte Planungsinstrumente und –prozesse können insbesondere bei der Vorbereitung und Verwirklichung von Bauleitplanung herangezogen werden und spielen eine zunehmend wichtigere Rolle.

Städtebauliche Entwicklungs- und Rahmenpläne oder kommunale Klimaschutz- und Energiekonzepte sind nur einige wenige solcher informeller Rahmenpläne, die mit ihren Aussagen und Selbstbindungswirkung eine wesentliche Auswirkung auf die Festsetzungen der Bauleitpläne haben können [UMWELTBUNDESAMT 2017].

2.3 Die Genealogie des Internets

Mit dem Geoweb erscheint ein neuer Modus der Wissensgesellschaft. Handelte es sich bei der ersten Web-Generation um reine Informationen, die zum Wissensaustausch im Internet platziert und abgerufen werden konnten, stand bei der von Tim O'Reilly geprägten „**Web 2.0**“-Generation der soziale Charakter im Fokus der Betrachtung [O'REILLY 2005 in ZEILE 2010:9]. Soziale Netzwerke verbreiteten sich mit rasanter Geschwindigkeit über den Globus. Zur Kommunikation und Netzwerkbildung ist es nicht mehr zwingend von Nöten, sich persönlich zu treffen. Nachrichten können von nun an in Gruppen geteilt und von allen Personen abgerufen werden, die über die entsprechenden Leserechte verfügen. Auf diese Weise entstand eine völlig neue Art der Kommunikation: Interessensgruppen bilden sich auf virtuellem Wege und teilen Informationen miteinander und untereinander in verschiedensten sozialen Netzwerken. Hierbei bildeten sich Spezialformen, die sich z.B. nach der Art des verwendeten Mediums klassifizieren lassen. Setzen Netzwerke wie YouTube oder Vimeo auf Videoformate, liegt der Schwerpunkt bei Instagram oder Pinterest dagegen auf statischem Bildmaterial. Über Twitter können Nachrichten mit 140 Zeichen geteilt und mit sogenannten Hashtags versehen werden. Diese Hashtags stellen eine Art Klassifizierung der Nachrichten dar und ermöglichen das Auffinden bei Nutzung entsprechender Suchbegriffe [O'REILLY ET AL. 2013]. Facebook begann mit der Vernetzung von Personen und Instant Messages, die sich digital „befreundeten“ Personen untereinander zusenden konnten. Zusätzlich wird das Angebot durch die

Pinnwand ergänzt, auf der Personen Informationen mit mehreren Personen teilen können, vorausgesetzt die entsprechenden Leseberechtigungen wurden im Vorfeld erteilt. Hierzu werden neben Textinformationen und Links auch Bilder, Videos und seit kurzem Live-Streams unterstützt.

Das **Web 3.0** geht einen Schritt weiter in Richtung „**Semantic Web**“ und verknüpft Informationen jeglicher, medialer Art mit zusätzlichen Geodaten. Durch die Kombination aus virtueller Information und Geo-Koordinaten lassen sich die Aktivitäten im Raum verorten und analysieren [ZEILE 2010:97F]. Insbesondere durch die Verbreitung von Smartphones und den darin verbauten Sensoren wie **GPS-Empfänger**, Kompass, Beschleunigungs- und Lagesensoren ist es nun jederzeit möglich, Informationen an Ort und Stelle des Geschehens mit anderen Personen eines sozialen Netzwerkes zu teilen. Ebenso kann der Abruf von Informationen durch die Verortbarkeit eine neue Dimension erfahren: Bestimmte Informationen lassen sich vom Empfänger beispielsweise nur dann abrufen, wenn sich dieser an jenem Ort befindet, an dem die Information verortet wurde. Einer der Anwendungsbereiche stellt hierbei die Technik der Augmented Reality dar: Durch verortete Informationen wird der physische Raum mit digitale Inhalte angereichert [WIETZEL 2007:181FF]. Verortete Audio-Dateien übernehmen beispielsweise die Aufgabe von virtuellen Stadtführern [DÖRRZAPF 2012], verortete Bilder und 3D-Modelle können dagegen Fenster zu Vergangenheit oder Zukunft darstellen und hierzu das historische oder das geplante Erscheinungsbild eines Ortes auf virtuellem Wege visualisieren [HESCH 2011].

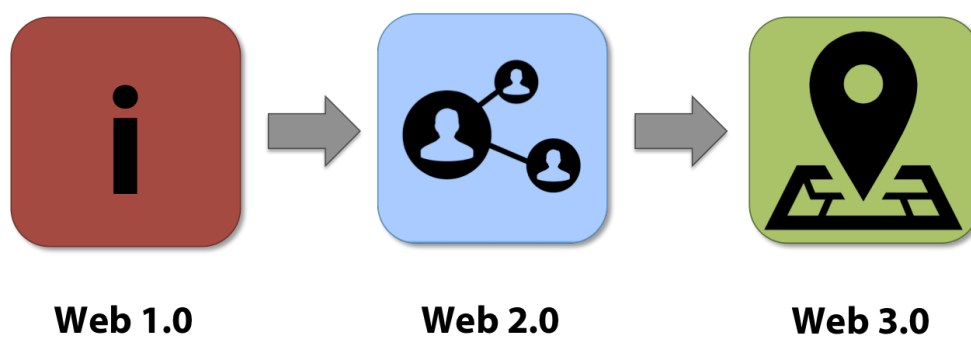


Abbildung 3: Die Entwicklung des Internets von der reinen Informationsplattform über den Bereich der Social Media bis hin zum Geoweb [EIGENE DARSTELLUNG]

Insbesondere die Verbreitung der Smartphone-Technologien spielt für die Etablierung des Web 3.0 und die Stadt- und Umweltplanung eine entscheidende Rolle: Jede Person kann Informationen jederzeit und an jedem beliebigen Ort teilen und abrufen. Für die Wissensgesellschaft bedeutet dies, dass hieraus auch im Planungsbereich neue Möglichkeiten der virtuellen Raumaktivität und Partizipation resultieren. Diejenigen Personen die aufgrund ihres tagtäglichen Aufenthaltes und ihrer Bewegung zum Experten in diesem Raum werden, können Planern unter der Zuhilfenahme ihrer Smartphones georeferenzierte Informationen liefern, die anderweitig nur schwer oder unmöglich auszulesen und auszuwerten wären.

Die Experten des Raumes werden zu Sensoren im Raum [RESCH ET AL. 2011, EXNER ET AL. 2012] und helfen bei der Bestandsaufnahme. Sie berichten von ihren Beobachtungen wie Leerständen, Schlaglöchern, Verunreinigungen, gesichteten Tierarten, etc. – um nur einige Beispiele zu nennen. Aufgrund der verbauten Sensorik und die entsprechende Einverständniserklärung vorausgesetzt, bietet das Thema Aktivitäts- und Bewegungsprofile eine neue Analysemöglichkeit, welche sich aus den Eigenschaften des Geowebes heraus ergibt. So lassen sich Raumaktivitäten durch die Dokumentation von Zeit- und Geoinformation dynamisch visualisieren und analysieren [BERCHTOLD, KRASS 2010, BIESEWIG ET AL. 2015].

2.4 Computereinsatz in der Stadt- und Umweltplanung

Der Einsatz von Computersystemen ist mittlerweile aus der Stadt- und Umweltplanung nicht mehr wegzudenken. Einige Arbeitsschritte, als Beispiel hierfür sei an dieser Stelle der Bereich räumlicher Analysefunktionen genannt, wären ohne Computereinsatz gar nicht durchführbar. Dabei werden weniger automatisch ablaufende Algorithmen zur Problemlösung eingesetzt, es handelt sich vielmehr

um solche Techniken und Methoden, die eine direkte Kommunikation mit dem technischen System durch Nutzer und somit einen ständigen Eingriff ermöglichen [STREICH 2011:216]. Die auf diese Weise beschriebenen, eingesetzten Systeme werden allgemein als computergestützte Planungsinformationssysteme oder englischsprachig als **Planning Support Systems (PSS)** bezeichnet. Damit wird eine Vielzahl an Einzelwerkzeugen und daraus kombinierbarer, etablierter Methoden bezeichnet, welche Planern in einer Art Baukastensystem zur Verfügung stehen und entsprechend der Anforderungen des zu lösenden Problems ausgewählt und zum Einsatz gebracht werden können (s. Abb. 4). Michael Batty und Britton Harris forderten bereits im Jahre 1993 die Integration **geografischer Informationssysteme (GIS)** in das Arbeitsfeld von Stadt- und Umweltplanung, um durch deren Einsatz Vorhersagen zu räumlichen Phänomenen zu ermöglichen [HARRIS BATTY 1993 zitiert in ZEILE 2010:23]. Diese Forderung formulierte Michael Batty zu einem erweiterbaren und flexiblen, den politischen Entscheidungsprozess unterstützenden System weiter [BATTY 1995 zitiert in ZEILE 2010:23]. Diese Forderungen Battys legten somit den Grundstein für den Computereinsatz im Planungsprozess. Durch die offene und gleichzeitig flexible Struktur des Systems wird eine Erweiterung des Methodenrepertoires der Planning Support Systems über die Jahre um neuartige technische Entwicklungen ermöglicht [ZEILE 2010:23]. Die Programmierarbeit an sich wird mit computergestützter Planung keinesfalls bezeichnet, sondern die Herausforderung liegt eher in der Kombination und Integration neu zur Verfügung stehender Techniken mit und in bestehende Systeme. Ziel hierbei ist die Entwicklung planerischer Methoden, mit denen wiederum experimentiert und so neue, innovative, zielgerichtete Lösungen für Probleme im Kontext von Raum-, Stadt- und Umweltplanung geschaffen werden können [ZEILE 2010:24]. Ein spielerischer Umgang mit dem Medium Computer im Übergangsbereich traditioneller Methoden ist hierbei durchaus gewünscht und so lässt sich feststellen, dass „Homo ludens, der spielende Mensch, zum medial kompetenten Akteur einer neuen Auffassung von Stadtplanung wird“ [STREICH 2011:217].



Abbildung 4: Der Werkzeugkasten des Planers - Planning Support Systems [EIGENE DARSTELLUNG]

Eine grobe Klassifizierung erfahren die in der Planung eingesetzten Informationssysteme anhand der Zuordnung zu den Geoinformationssystemen (GIS) einerseits und dem Bereich des **Computer Aided Design (CAD)** andererseits. Während es sich bei den den Geoinformationssystemen zugeordneten Techniken und Methoden überwiegend um solche zur Behandlung methodischer und inhaltlicher Erfordernisse der räumlichen Strukturplanung handelt, liegt der Schwerpunkt im Bereich des Computer Aided Designs vorwiegend auf den Herausforderungen der städtebaulichen Gestaltungsplanung. Ebenso wie eine klare Trennung von städtebaulicher Struktur- und Gestaltungsplanung nur schwer möglich ist, sind auch die Übergänge zwischen dem GIS- und CAD-Bereich fließend [BILL 1999 in STREICH 2011: 287 FF]. Das Verständnis von Geoinformationssystemen hat sich im Laufe der Jahre gewandelt: Ging es ursprünglich um die geografische Verortung von raumrelevanten Informationen in einer kartografischen Darstellungsmöglichkeit, so gehört dieser computerkartografische Teil heute zu den Standardfunktionen eines jeden GIS [STREICH 2011: 287 FF].

Dem Wunsch von Stadtplanungspraktikern mit nur einem System sowohl die Aufgaben aus den Bereichen der Struktur- als auch der Gestaltungsplanung bearbeiten zu können, kommen die Softwareentwickler mehr und mehr nach. Insbesondere mit den Entwicklungen im Bereich des Building Information Modeling (BIM) verschmelzen die Grenzen methodisch, analytischer Erfordernisse zunehmend mit der dreidimensionalen Gestaltungsplanung.

Die Funktionalitäten eines jeden GIS lässt sich mit dem computerkartografischen Teil, dem Datenbanksystem und dem Teilsystem der Werkzeugsammlung zur Durchführung räumlicher Analysen grundsätzlich in drei Hauptbestandteile unterscheiden (s. Abb. 5). Innerhalb dieser drei Hauptbestandteile sind weitere Klassifizierungen möglich: So lässt sich der kartografische bzw. computerkartografische Teil in die beiden Gruppen vektororientierter geografischer Informationssysteme (Vektor-GIS) und rasterorientierter geografischer Informationssysteme (Raster-GIS) aufteilen. Einhergehend mit dieser Unterscheidung in **Vektor- und Rastergrafik** (s. Abb. 6) ergeben sich auch die Unterscheidungen bei den zugehörigen Datenbanken. Aufgrund der strukturellen Unterscheidungsmerkmalen von Vektor- und Rastergrafik resultieren wiederum unterschiedliche Möglichkeiten im Bereich der räumlichen Analysefunktionen [STREICH 2011:288].

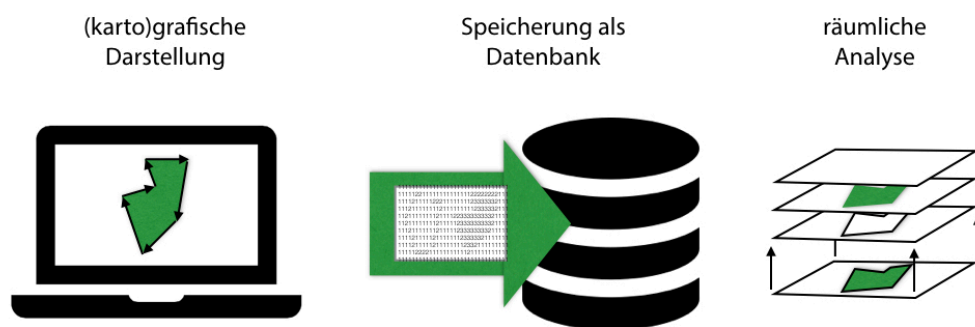


Abbildung 5: Die Bestandteile eines geografischen Informationssystems [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011: 288]

Bei der Rastergrafik erfolgt der grafische Bildaufbau über eine Rasterstruktur aus einzelnen, zueinander unabhängigen, Bildpunkten, die als Pixel bezeichnet

werden und je einen bestimmten Farbwert besitzen, welcher interpretiert werden kann. Bei einer Analyse eines Luftbildes kann hierbei einem grünen Pixelpunkt beispielsweise die Bedeutung „Wald“ zugeordnet werden, ein blauer Pixelpunkt dagegen als „Wasser“ interpretiert werden.

Bei der Vektorgrafik wird die grafische Darstellung dagegen durch eine, zwischen zwei Punkten aufgespannten, gerichteten Strecke, einem Vektoren, erzeugt. Durch geschlossene Streckenzüge, sogenannter Polygonzüge, lassen sich Flächen erzeugen, denen ein thematisches Attribut, exemplarisch sei hier eine Nutzungsart aus der Bauleitplanung wie beispielsweise eine Wohnbaufläche genannt, zugeordnet werden kann [STREICH 2011: 289].

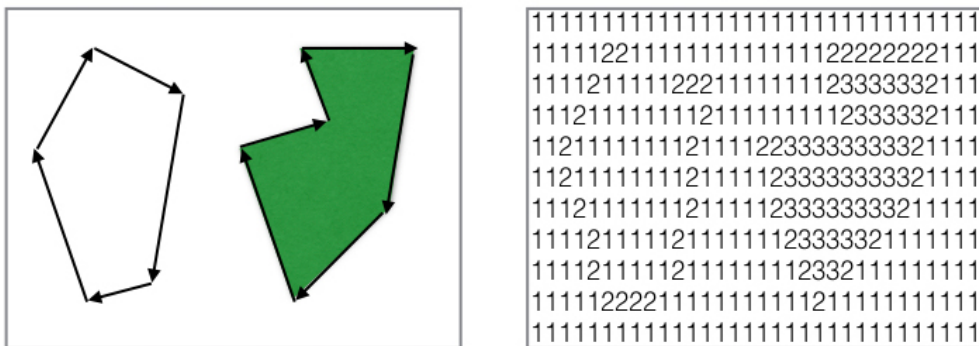


Abbildung 6: Das Prinzip von Raster- und Vektorgrafik [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011: 289]

Bei den heutigen eingesetzten GIS handelt es sich zumeist um solche Systeme, welche sowohl mit Vektorgrafiken als auch mit Rastergrafiken umgehen und entsprechende räumliche Analysemöglichkeiten bieten. Bei diesen geografischen Informationssystemen handelt es sich um sogenannte „hybride GIS“ [STREICH 2011: 289].

2.5 Smartphone-Einsatz in der räumlichen Planung

Bei Betrachtung der Wirkungen hinsichtlich sozialer Beziehungen und ökonomischer Aktivitäten, stellt das **Smartphone** die wohl wichtigste technische Errungenschaft der letzten Jahre dar. Keine andere Technik hat sich je zuvor derart rasch weltweit verbreitet wie diese Kleinstcomputer im Hosentaschenformat. Die Nutzer dieser Mobilgeräte befinden sich nicht nur in urbanen Regionen, sondern setzen diese auch in eher abseits gelegenen, ländlichen Räumen ein. Beispielhaft können hierfür der seit Jahren praktizierte Einsatz der Mobiltelefone zur Überweisung von Kleinstgeldbeträgen in Teilen Afrikas und Asiens genannt werden. Dies ermöglicht es den Menschen vom ökonomischen Fortschritt zu profitieren, indem sie nicht für jeden Bezahlvorgang zur Bank und ihre Produkte ohne Zwischenhändler direkt verkaufen können. Zudem ist durch die Verbreitung von Smartphones mit einer Verminderung des „**digital divide**“ zu rechnen. Mit „digital divide“ wird die Kluft zwischen denjenigen Menschen, die den Umgang mit dem digitalen System gelernt und derer, die den Umgang nicht gelernt haben, bezeichnet. Immer intuitivere Bedienkonzepte über Touchscreen und einfache Kontextmenüs fördern zudem Lernprozesse des Lesens und Schreibens durch „Learning by doing“. Welche Auswirkungen die Verbreitung von Mobiltelefonen und insbesondere von Smartphones für den Bereich der Stadt- und Raumplanung haben, verdeutlicht sich an den Aspekten der „Zentralität“: Wurde die Zentralität, also die Bedeutung eines Ortes gegenüber anderen Orten früher z.B. anhand des Indikators „Anzahl vorhandener Telefonanschlüsse“ gemessen, ist diese Vorgehensweise zur Bewertung durch die Verbreitung mobiler Kommunikationstechniken überholt [STREICH 2011: 230 F].

Mobile Kommunikationstechniken verbergen insbesondere für die Stadt- und Umweltplanung ein methodisches Potential, welches vor allem aufgrund ihrer drei Eigenschaften, dass sie klein, mobil und verortbar sind, getragen wird. Die Verortbarkeit von Smartphones bietet für die Raumplanung bis dato ungeahnte Möglichkeiten. Durch im Smartphone verbaute GPS-Module wird der Empfang der Signale des „Global Positioning Systems“ möglich und die Verortung des Mobilgerätes hinsichtlich seiner geographischen Position auf der Erde realisier-

bar. Die Bestimmung der Position kann auch auf anderen Wegen, wie beispielsweise über das Mobilfunknetz und dessen Sendemasten-Zellenstruktur oder über verortete WLAN-Hotspots erfolgen. Diese Sensorik zur Bestimmung der geographischen Lage wird durch die Angabe zur Höhe ergänzt, welche ebenfalls über die GPS-Technik oder über ein verbautes Barometer zur Bestimmung des Luftdruckes bestimmt werden kann. Sind des weiteren Richtungssensor mit „Kompass“-Funktion und Lagesensor zur Bestimmung des Kippwinkels verbaut, lassen sich die Angaben der Koordinaten der Lage (x, y) und Höhe (z) um die Angaben der drei Ausrichtungswinkel (Horizontal-, Vertikal- und Kippwinkel des Gerätes) ergänzen.

Die Sensoren zur Bestimmung von Verortung und Richtung stellen die **Basis-sensorik** dar, welche die Grundlage eines auf der Geolokalisierung aufbauenden Geowebts begründet. Neben diesen Basissensoren, werden zunehmend weitere Sensoren in mobilen Endgeräten verbaut, welche den Versuch unternehmen, menschliche Sinnesorgane nachzuahmen und somit als „**Sinnessensoren**“ bezeichnet werden können:

- visueller Sensor: in (fast) jedes Smartphone integrierte Digitalkamera;
- akustischer Sensor: verbautes Mikrofon zur Geräuscherfassung und –messung;
- chemische Sensoren: per Datenschnittstelle an Smartphone anschließbar;
- Menschen als Sensoren: Erfassung subjektiver Empfindungen und Eingabe auf Basis verschiedener Methoden;
- Sensorische Erfassung sozialer Befindlichkeiten und Beziehungen (Analyse sozialer Netzwerke);
- Raum-zeitliche Sensorik: Bewegungs- und Beschleunigungssensoren im zeitlichen Verlauf.



Abbildung 7: Smartphone und darin verbauten Sensorik [EIGENE DARSTELLUNG]

Durch die Kombination der Basissensorik und der Sinnessensorik kann jede der aufgeführten Informationen georeferenziert per mobiler Internetverbindung ins Internet eingespeist und dort auf Karten oder in sozialen Netzwerken visualisiert werden. Darauf aufbauend, kann durch die Verknüpfung einer Vielzahl räumlich getrennter Einzelsensoren, ein Geosensornetzwerk umgesetzt werden. Steht hierbei der Mensch bei der aktiven Erfassung im Mittelpunkt, handelt es sich um eine Umsetzung eines „**Crowdsourcing**“- oder „**Crowdsensing**“-Netzwerkes, bei dem die in das Smartphone verbauten Sensoren das „Werkzeug“ zur Umsetzung darstellen. Die dabei zu beachteten datenschutzrechtlichen Aspekte sind genau zu untersuchen und etwaige Probleme zu lösen [STREICH 2011: 231 FF]. Ausgestattet mit Techniken der Nahfeldkommunikation, wird das Einsatzspektrum von Smartphones zusätzlich erweitert und der Nutzer kann über selbiges in die direkte Kommunikation mit seiner gebauten Umgebung treten. Mit „**Near Field Communication**“ oder kurz: **NFC** wird eine drahtlose Übertragungstechnik von Daten per Radiofrequenz bezeichnet, die über **RFID-Funkchips** („**Radio Frequency Identification**“) realisiert wird. Potentiale dieser Technik stecken

beispielsweise in der Umsetzung des Eincheckens bei der Nutzung des ÖPNVs oder aber auch beim Abrufen von Informationen im Rahmen der Bürgerbeteiligung direkt an einem Gebäude. Die entsprechende Aktion des Smartphones wird dann ausgelöst, wenn sich der Nutzer mit seinem Smartphone als mobiles Empfangsgerät in der Nähe eines solchen, in der gebauten Umgebung angebrachten RFID-Chips befindet.

Neben der RFID-Technik, hat sich das mobile Tagging in den letzten Jahren zudem über die Verwendung zweidimensionaler Barcodes in Form von **QR-Codes** durchgesetzt. QR steht hierbei für „quick response“ und die verborgene Information wird durch einen Decodierungsvorgang entschlüsselt, sobald der Nutzer mit der Kamera seines Smartphones durch die Verwendung einer entsprechenden Applikation den Code einliest und über eine mobile Internetverbindung die entsprechend hinterlegten Daten abrufen. Bei diesen Informationen kann es sich beispielsweise um die Decodierung einer Internetseite handeln, auf der wiederum eine Textinformation, Kontaktdaten oder Medieninhalte abgerufen werden können. Zum Einsatz in der Stadt- und Umweltplanung wäre hierbei das Anbringen solcher QR-Codes auf öffentlich zugänglichen Plänen und Karten denkbar. Die verlinkten Informationen können dem interessierten Bürger zusätzliche Informationen über das Planvorhaben liefern, sodass er sich seine eigene Meinung dazu bilden kann [STREICH 2011: 234 F].

Zum Einsatz kommen die bereits beschriebenen Techniken in der Kombination geobasierter sozialer Netzwerke und im Geoweb, also der Verbindung aus Web 2.0 und Web 3.0. Für die Stadt- und Umweltplanung ergeben sich hieraus enorme Potentiale die in der vorliegenden Arbeit vertieft betrachtet werden. An dieser Stelle sei nachfolgend zunächst ein Überblick über die dabei zum Einsatz kommenden Techniken gegeben [STREICH 2011: 235 F]:

- **Geotagging** zur Erfassung räumlicher Daten: Damit wird die Verbindung räumlicher Informationen und geographischen Koordinaten verstanden. Mit dieser Technik lassen sich raumrelevante Informationen für die Stadt- und Umweltplanung aufbereiten und Zusatzinformationen zu Gebäuden, Bäumen, etc. durch den Einsatz eines Kartensystems und GPS-Verortung vor Ort erfassen.

- **„Crowdsourcing“**-Prozess zur Erfassung räumlicher Daten: Der Einsatz der oben beschriebenen Geotagging-Technik erfolgt durch eine gleichzeitig oder sequentiell agierende Personengruppe zu einem zuvor definierten stadt- oder umweltplanerischen Thema.
- **Deduktives Monitoring** oder die Beobachtung von Phänomenen im zeitlichen Verlauf: Ein Beobachtungsprozess zu einem bestimmten planungsrelevanten Thema, bzw. Phänomen, wird im Geoweb durch eine Planungsinstitution organisiert und verankert.
- **Induktives Monitoring** oder die Beobachtung von Phänomenen durch dynamisches Hinzufügen neuer Beobachtungsphänomene: Die Beobachtergruppe organisiert in Eigeninitiative eine beliebig ergänzbare Palette zu beobachtender raumplanungsrelevanter Planungsphänomene.
- **Analysemethoden:** Die zur Verfügung stehenden Geoweb-Techniken werden zur Durchführung räumlicher Analysen herangezogen. Hierbei kann es sich beispielsweise um Distanz- und Flächenberechnungen, Zählungen und darauf aufbauenden statistischen Auswertungen handeln.
- **Organisation sozialer Aktivitäten** im Kontext von Stadt- und Umwelplanung: Geobasierte soziale Netzwerke werden zu Partizipationszwecken eingesetzt und ermöglichen die Strukturierung einer sozialen Gruppe in Eigeninitiative zur Vorbereitung und Durchführung solcher Partizipationsaktivitäten.
- **„Augmented Reality“**-Techniken bei der Entwurfsarbeit: Durch die Kombination von Verortungstechnik und Computergrafik werden Bilder der städtebaulichen Gestaltungsarbeit über der bestehenden Realsituation überlagert eingeblendet.
- **Erfolgskontrolle** anhand geobasierter Weblogs: Statistische Auswertung von Diskussionsforen und Aktivitäten in Weblogs, um anhand der in den Beiträgen getroffenen Aussagen Erfolg oder Misserfolg eines Planungsfalls einzuschätzen.

Diese Liste hat lediglich exemplarischen Charakter und wird mit jeder zusätzlich zur Verfügung stehenden neuen Technik aus dem Bereich des Geowebbs erweitert. Vorstellbar ist im Rahmen dieser Erweiterung auch die zunehmende Betrachtung subjektiver Wahrnehmung gegenüber den rein objektiven Informationen. Insbesondere wenn es darum geht die Aspekte des Wohlfühlcharakters zu verorten, spielen subjektive Wahrnehmungen der Bürger eine enorm wichtige Rolle: Beispielhaft kann hierzu der Ansatz der „**Mental-Map**“-Methodik genannt werden, bei der im „Crowdsourcing“-Prozess mit relativ einfachen Mitteln eine emotionale Kartierung des Stadtraumes durch die sich darin bewegenden Menschen erzeugt werden kann. Die so erfassten Daten werden kontinuierlich verdichtet und bezüglich ihrer räumlichen Aussagekraft zunehmend gestärkt. Zusätzlich zu diesem Ansatz wird der Prozess der Kartierung subjektiven Empfindens durch die Entwicklung neuer Techniken objektiviert. Die sogenannte „**Emomapping**“-Technik unternimmt den Versuch, subjektives Empfinden durch das Aufzeichnen körperlicher Reaktionen auf das im Umfeld erlebte zu objektivieren [STREICH 2011: 236].

Die Anzahl zur Verfügung stehenden Smartphone-Anwendungen in Form von Applikationen (kurz: Apps) nimmt täglich zu. Hierbei sind zukünftig auch individuelle Lösungen zu explizit definierten Aufgabengebieten stadt- und umweltplanerischer Thematiken vorstellbar. Eigens zugeschnittene Apps können den planungsinteressierten Akteuren von Planungsorganisationen zur Teilnahme am Planungsprozess bereitgestellt werden. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich das Methodenrepertoire der Stadt- und Umweltplanung durch den Einsatz von Geoweb-Methoden insgesamt in einem Umbruch hin zu einer „Smart urban Crowdsourcing“-Wissengesellschaft befindet [STREICH 2011: 236F].

2.6 Monitoring

Während punktuelle Messungen lediglich Aussagen zum Momentzustand eines Phänomens zulassen, zeichnet sich das **Monitoring** durch die Eigenschaft einer langfristigen Beobachtung aus. Der Fall der Beobachtungsreihe kann wiederum in kontinuierliche und diskontinuierliche Beobachtungen kategorisiert werden. Es handelt sich hierbei um die „Beobachtung eines (räumlichen) Phänomens im zeitlichen Verlauf“ und wird mit dem Begriff „Monitoring“ zusammengefasst [STREICH 2011:189]. Die Idee des Monitorings ist nicht neu. So gibt es in Deutschland seit längerer Zeit den Begriff der „laufenden Raumbeobachtung“, der aber zunehmend durch die Bezeichnung „Monitoring“ ersetzt wird. Zudem wird der Begriff „Monitoring“ bei der planungsrechtlichen Verankerung beispielsweise im Baugesetzbuch unter § 4c BauGB zur Beobachtung der Umweltauswirkungen von Bebauungsplänen verwendet [STREICH 2011:189 und EBEN-DA:412]. Der Gesetzgeber spricht dem Monitoring vorwiegend die Funktion der Nachkontrolle eines Projektes oder Vorhabens zu. Bei der Nachkontrolle übernimmt das Monitoring dabei folgende Aufgaben [JESSEL, TOBIAS 2002:418]:

- Sicherstellung der Zielerreichung
- Sicherstellung eines hohen Wirkungsgrades der eingesetzten Mittel
- Erkennen verfahrenstechnischer und inhaltlicher Mängel
- Langfristige Absicherung der Erfolge
- Optimierung von Zielfindungen und Prioritätensetzungen
- Erhöhung der Akzeptanz von Naturschutz- und Planungszielen
- Umfassende Qualitätssicherung der entsprechenden Planungsabläufe.

Um eine Informationsbasis für weitere Planungsschritte zu erhalten, werden räumliche Daten zu allen relevanten Aspekten erhoben. Die Erhebung dieser physischen, sozialen, ökonomischen oder ökologischen Daten findet durch den Einsatz eines breit gefächerten Methodenrepertoires auf allen Ebenen der räumlichen Planung statt. Mit dem Bereich der Sensorik wird die Bandbreite des Methodenrepertoires zur Erfassung räumlicher Daten zusätzlich erweitert und be-

zieht in Einzelfällen auch den Menschen selbst mit ein, der als Sensor im Raum fungieren kann [STREICH 2011: 189FF]. Eine kontinuierliche Beobachtung kann aber auch dahingehend eingesetzt werden, dass sich aus den Beobachtungen des Raumes völlig neue Forschungsfelder ergeben. Wird der Raum durch die bereits erwähnten Rahmenentwicklungen zunehmend mit Sensoren ausgestattet, die der Kontrolle der digitalen, smarten Stadt dienen, können anhand dieser Informationen räumliche Phänomene beobachtet, Thesen formuliert und überprüft werden. Neben diesem Top-Down geprägten, deduktiven Monitoring-Ansatz existiert mit dem induktiven Monitoring eine weitere Entwicklung mit Bottom-Up-Charakter: Mit Verortungstechnik ausgestattete, mobile Endgeräte stellen die wohl wichtigste Weiterentwicklung zur Erfassung von Rauminformationen der letzten Jahre dar, die im Rahmen der Wissensgesellschaft enorme Auswirkungen hat: Auf „Crowdsourcing“ basierende Modelle zur Datenerfassung gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Die Bewohner eines Raumes agieren selbst als Experten und erfassen die raumrelevanten Informationen [STREICH 2011:189]. Hierbei beteiligen sich Bürger nicht nur bei der Datenerfassung, sondern geben selbst Denkanstöße, welche Raumphänomene langfristig beobachtet werden sollten. Smartphones als Sensoren oder mit entsprechenden Sensor-Zusatzmodulen stellen dabei die Werkzeuge dar, mithilfe derer die interessierten Bürger partizipieren können [STREICH 2011:190]. Ausgestattet mit diesen Techniken werden die Menschen zu Sensoren im Raum [GOODCHILD 2007, RESCH ET AL. 2011, EXNER ET AL. 2012], lassen Ermittlungen zu dessen Zustand zu und bieten enorme Potentiale für die Raumforschung. Das dabei einsetzbare Repertoire an Techniken ist weitreichend und vielseitig, weshalb der Fokus im weiteren Verlauf dieser Arbeit insbesondere auf aktuelle Entwicklungen in diesem Bereich gelegt wird.

Mit Google Earth steht seit 2010 ein Dienst zur Verfügung, der insbesondere für die Stadt- und Umweltplanung einen bedeutenden Beitrag hinsichtlich eines Monitorings leisten kann. Über die Möglichkeiten des Durchschaltens chronologischer Luftbilder eines Ortes können Aussagen über Siedlungsentwicklungen, Veränderungen an Waldflächen, Gletschern oder sonstigen optisch auswertbarer Raumphänomene getroffen werden. Mit der Google Earth-Timeline lassen

sich zudem **stadtmorphologische Veränderungen** beobachten (s. Abb. 8) und somit Rückschlüsse auf die Entwicklungsgeschichte von Städten und den dabei geformten Strukturen treffen [DAUDE 2014].



Abbildung 8: Veränderungen eines Ortes im zeitlichen Verlauf am Beispiel der Errichtung des Burj Khalifa in Dubai über die Google Earth Zeitleiste [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GOOGLE EARTH 2017]

2.7 Personenbezogene Daten und Datenschutz

Durch die Integration der neuesten technischen Errungenschaften in planerische Prozesse können zwar immer mehr Menschen an Planungsschritten partizipieren, jedoch gehen diese Möglichkeiten nicht ausschließlich mit Vorteilen einher. Das Teilen von Informationen und die Verwendung dieser Daten zu Planungszwecken stellt aus der **Sicht des Datenschutzes** eine äußerst sensible

Thematik dar, derer sich nicht nur die Planer bewusst sein müssen. Sie müssen sich auch gegenüber denjenigen Personen die Informationen teilen absichern, dass diese Daten in weitere Betrachtungen eingestellt, verfolgt und gegebenenfalls veröffentlicht werden dürfen. Insbesondere wenn es sich bei den geteilten Informationen um solche handelt, die einen erkennbaren oder ableitbaren Personenbezug haben, ist bei diesen Schritten Vorsicht geboten und eine Sensibilisierung hinsichtlich des **Datenbewusstseins** von Nöten. Während Nutzer von Apps als Voraussetzung zunächst eine Freigabe der einzelnen Smartphone-Sensoren und Speicherzugriff des Smartphones in Form einer AGB-Bestätigung erteilen muss, muss dem Nutzer damit nicht zwangsläufig klar sein, wie weitreichend diese Einwilligung sein kann. Liegt ein entsprechendes Datenbewusstsein für die produzierten Daten und deren Aussagekraft vor, muss der Nutzer theoretisch bei jeder neu installierten App abwägen, ob die erzielten Vorteile die gegenstehenden Nachteile wett machen und er diese zur Erzielung eines Mehrwertes in Kauf nimmt. Bietet die Nutzung von Apps zum Zweck der Navigation offensichtliche Vorteile, so muss dem Nutzer bewusst sein, dass die damit produzierten Daten beispielsweise zur Berechnung von Echtzeitstaumessungen herangezogen werden können. Theoretisch können aus diesen Daten aber auch Bewegungsprofile erstellt werden, aus denen sich individuelle Verhaltensmuster ableiten und -lesen lassen, die sich wiederum in Form von Zielvorschlägen oder Routenalternativen äußern können.

Fotoaufnahmen stellen hinsichtlich des Datenschutzes einen weiteren, äußerst sensiblen Themenkomplex dar und werden teilweise kontrovers diskutiert. Die Diskussion um „Blurmany“, der Verpixelung von Immobilien in Googles Street View stellt ein Beispiel dar, welches die Ausmaße des Datenschutzes für die Planung bewusst macht [ZEILE 2011:2.9]. Das im Zuge der Aufnahme von Google Street View erstellte Bildmaterial ist im Vergleich zu durch einen Menschen aus dessen Perspektive erstellte Fotografien anders einzuschätzen: Durch den Rückgriff auf technische Hilfsmittel werden die für Google Street View zu erstellenden Aufnahmen aus überhöhter Perspektive aufgezeichnet. Bei einer Nutzungsbeabsichtigung über den behörden-/bürointernen Verwendungszweck hinaus, wie es im Falle einer Veröffentlichung in Form einer Onlinepräsenz oder bei ei-

ner öffentlichen Präsentation vorliegt, sind die Vorschriften des Urhebergesetzes zu beachten: „Der § 59 UrhG gestattet Aufnahmen von Gebäudeansichten, die von öffentlich zugänglichen Orten aus sichtbar sind – eine Verwendung von technischen Hilfsmitteln oder das Überwinden von Hindernissen zur Erlangung der Aufnahmen ist ohne Einwilligung des Rechteinhabers nicht zulässig“ [ALTHOFF 2010:96]. Zudem ist bei Aufnahmen von Gebäuden zu unterscheiden, ob es sich dabei um Baukunst oder um reine Funktions-/Zweckbauten handelt. Um als Baukunst zu gelten, muss ein Gebäude mit der dafür notwendigen Schöpfungshöhe und Individualität aufwarten. Sind diese Gebäude jedoch im öffentlichen Raum platziert, so gilt eine Ausnahmeklausel, welche die Aufnahme und deren weitere Verwendung zulässt. Für Funktions- und Zweckbauten gelten die Einschränkungen des sich auf Baukunstwerke beziehenden Urheberschutzes dagegen gar nicht. Die Aufnahmen, die zulässig sind, dürfen jedoch auch nur dann getätigt werden, wenn sie von öffentlich zugänglichen Wegen, Straßen oder Plätzen gemacht werden und bei Aufnahmen von als Baukunst eingestufte Bauwerke reduziert sich die Privilegierung auf die der Straße zugewandte Front [HOMANN 2009:197 in FOLZ ET AL. 2016]. Im Hinblick auf die einsetzbaren Gerätschaften sollte damit die „Digitalkamera in der Hand des Planers (...) für eine Bestandsaufnahme problemlos einsetzbar sein“ [ZEILE 2011:2.9]. Wie dagegen sonstige, auf den Consumer-Markt strömende, technische Hilfsmittel zum Einsatzzweck der Bestandsaufnahme einzuschätzen sind, bleibt abzuwarten. Nicht nur Aufnahmen der Personen selbst, sondern auch die Verschaffung des Einblicks in deren Lebensraum durch den Einsatz technischer Hilfsmittel ist nicht erlaubt. Vor allem beim Einsatz von UAS ist hierauf besonders zu achten und die Einverständniserklärung des Eigentümers oder Nutzungsberechtigten im Vorfeld der Aufnahmen einzuholen.

Die Persönlichkeitsrechte an einem Bild sind in jedem Falle einzuhalten. Die Verpixelung von Gesichtern stellt bei der weiteren Verwendung die wohl sicherste Variante zum Umgang mit dieser Thematik dar. Das Urhebergesetz spricht hierbei von keiner Erforderlichkeit der Erkennbarkeit des Betroffenen durch überwiegende Kreise, sondern dass bereits eine Identifizierung durch mehr oder minder großen Bekanntenkreis ausreicht, damit diese Klausel greift.

Ist eine solche Erkennbarkeit gegeben, so „dürfen nach §22 KunstUrhG Bildnisse grundsätzlich immer nur mit Einwilligung des Betroffenen verbreitet oder öffentlich zur Schau gestellt werden“ [HOMANN 2009:62]. Ausnahmen gelten dagegen bei der Aufnahme von Personen auf öffentlichen Plätzen: Gehen die Personen in der Masse unter, bzw. werden diese nicht besonders heraus gestellt, werden diese „als Beiwerk neben einer Landschaft oder sonstigen Örtlichkeit“ eingestuft [HOMANN 2009:193]. In diesem Fall greifen die Ausnahmetatbestände nach §23 (1) Nr. 2 und Nr. 3 des KunstUrhG und eine Einwilligung der gezeigten Personen ist nicht erforderlich [ALTHOFF 2010:94 und FOLZ ET AL. 2016].

3 DIE FORTENTWICKLUNG VON GEOWEB-TECHNIKEN ZU PLANUNGSMETHODEN

Jane Jacobs stellte schon 1961 fest, dass Städte nur den Ansprüchen ihrer Bewohner und Nutzer gerecht werden, wenn sich selbige auch um diese Ansprüche kümmern: „Cities have the capability of providing something for everybody, only because, and when, they are created by everybody“ [JACOBS 1961: 238]. Analog zu dieser Formulierung, stellt Carlo Ratti die Forderung nach dem „smarten Bürger“ zur Realisierung der vielfach behandelten Vision einer „Smart City“: „The smart city needs smart citizens.“ Die Intelligenz einer Stadt hängt demnach von ihren intelligenten Bewohnern und deren Zusammenleben ab.

Mit mobilen Geoweb-Techniken stehen hierzu erstmals solche Werkzeuge zur Verfügung, die theoretisch jedem Bürger den Zugang zu sämtlichen planerischen Themen eröffnet, ihn partizipieren lässt und eine „echte Mitgestaltung“ seiner gebauten Umgebung ermöglicht [HÖFFKEN 2015]. In den nachfolgenden Kapiteln erfolgt eine Untersuchung mobiler Geoweb-Techniken hinsichtlich ihrer Einsatzpotentiale in der Stadt- und Umweltplanung.

Die Strukturierung orientiert sich dabei anhand klassischer Aufgabenbereiche der räumlichen Planung. Beginnend mit den Aspekten der Strukturplanung, werden zunächst Applikationen betrachtet, die vorwiegend im Rahmen der Bestandsaufnahme zum Einsatz gebracht werden können. Das georeferenzierte, mobile Tagging spielt hierbei die herausragende Rolle. Unterteilt wird dieser Abschnitt nach der Art der zu erfassenden Elemente. Die Analyse erfolgt dabei analog zu den Basiselementen der Strukturplanung und wird in Punkt-, Linien- und Flächenstrukturelemente unterschieden.

Im darauf aufbauenden Kapitel der Sensorik werden spezielle Fälle des mobilen Geo-Taggings betrachtet. Durch die Verwendung zusätzlicher Sensortechnologie können weitere raumbedeutsame Attribute erfasst werden und diese raumrelevanten Phänomene im Rahmen eines Monitorings über eine Zeitachse kontinuierlich beobachtet und etwaige planerische Handlungserfordernisse abge-

leitet werden. Hierbei wird nicht nur der zunehmende Trend der Ausstattung des Raumes mit Sensoren, beispielsweise zur Erfassung von Umweltdaten aus dem Klimabereich („Umweltsensorik“), behandelt, sondern der Abschnitt „Humansensorik“ rückt den Menschen selbst in den Mittelpunkt des Betrachtungsfokus. Der Mensch wird zum Sensor im Raum und nimmt subjektive Attribute auf, deren Aussagen aufgrund einer Verortung und somit Darstellbarkeit auf einer Karte Raumbedeutsamkeit bei objektiven, planerischen Analysen erreichen und deren Aussagekraft durch kontinuierliche Fortschreibung verstärkt wird. Neben Strukturplanung und Monitoring stellt der Bereich der Gestaltungsplanung die dritte wesentliche Säule der planerischen Aufgabengebiete dar. Aus diesem Grund behandelt der dritte Abschnitt des nachfolgenden Kapitels Techniken der Visualisierung zur Vorbereitung und Einsatz im Rahmen von Kommunikationsmethoden. Dabei werden unterschiedliche Techniken zur Erstellung von dreidimensionalen Stadtmodellen ebenso betrachtet, wie deren Präsentation über Techniken der Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR). Die betrachteten Techniken können hierbei als einzelne Werkzeuge verstanden werden, mit denen der Planer sein Repertoire oder Werkzeugkasten ausstatten kann. Mit seiner umfassenden Sensorausstattung stellt das Smartphone bei der Erzeugung dieses Bildes sozusagen das „Schweizer Taschenmesser“ dar: Durch das Aufspielen einzelner Apps kann als Multitool vielseitig eingesetzt werden. Einschränkend sei an dieser Stelle aber auch gesagt, dass das Smartphone – genau wie ein Taschenmesser – nicht alle Werkzeuge vereinen kann und somit in diesen Fällen weitere Hardware herangezogen werden muss. Aus diesem Grund geht die Analyse der Geoweb-Techniken innerhalb der vier definierten Kategorien über die Potentiale des Smartphone-Einsatzes hinaus und geht auf weitere externe Sensoren, Wearable Devices, sowie Hilfsmitteln ein. Bei der Betrachtung der Kategorien des Geowebes könnte sich zudem die Frage aufdrängen, wie bei der weiteren Analyse mit dem Bereich der Sozialen Medien umgegangen wird. Die Bildung einer eigenen Kategorie „Soziale Medien“ innerhalb des Geowebes wird an dieser Stelle vermieden, da eine Betrachtung der Sozialen Medien als „Technik“ deren Potentialen nicht gerecht werden würde. Durch ihren Gehalt bekommen die innerhalb Sozialer Netzwerke produzierten

Inhalte planerische Relevanz und können einer der zuvor definierten Kategorien zugeordnet werden. Anders ausgedrückt wird der Bereich der Sozialen Medien hier deshalb nicht abgegrenzt, weil sich diese bereits in den jeweiligen Kategorien befinden, deren Grundlage oder Antrieb ausmachen, um jeweilig überhaupt funktionieren zu können. Die Aufgabe der Interaktion von Planern mit interessierten Bürgern wird im Kapitel „Kommunikationsplattformen“ behandelt. Der Fokus der darin geschilderten Analyse liegt bei der Betrachtung von sogenannten „City-Dashboards“ als Informations- und Kommunikationsplattform, die es den Bürgern ermöglichen, sich eine eigene Meinung über die Leistungsdaten „ihrer Stadt“ zu bilden und eventuell ihre Verhaltensweisen (z.B. im Bereich des Mobilitätsverhaltens) aufgrund der darüber erhaltenen Informationen anzupassen.



GeoWeb



Abbildung 9: Die Aufteilung des Geowebs aus planerischer Sicht in die vier Kategorien „Strukturplanung“ (links oben), „Raumsensorik“ (rechts oben), „Gestaltungsplanung“ (links unten) und „Kommunikationsplattformen“ (rechts unten) [EIGENE DARSTELLUNG]

3.1 Kartierung räumlicher Strukturen

Wenn es darum geht, die Funktionen innerhalb einer Stadt zu organisieren und miteinander in Einklang zu bringen, spielen städtebauliche Strukturen eine essentielle Rolle. Die dabei zum Einsatz kommenden, **städtebauliche Strukturkonzepte** mögen zwar noch einen relativ abstrakten Charakter aufweisen, jedoch stellen sie die Grundlage für nachgeschaltete Planungsschritte dar und bilden damit den Übergang zur städtebaulichen Gestaltungsplanung. Mit der 1933 verabschiedeten „**Charta von Athen**“ wurde der Aspekt der Funktionstrennung begründet. Le Corbusier war eine der treibenden Kräfte bei der Fokussierung der funktionalen Trennung der vier zentralen städtebaulichen Funktionen „Wohnen“, „Arbeiten“, „Erholung“ und „Verkehr“. Die Unterscheidung schlägt sich bis in die heutige Stadtplanung durch und lässt sich beispielsweise anhand der in der BauNVO zur Verfügung stehenden Gebietstypen mit entsprechend unterschiedlichem Nutzungscharakter erkennen [REINBORN 1996:322 in ZEILE 2010:40]. Die Verwendung und Verknüpfung der zur Verfügung stehenden Strukturelemente muss dabei jeweils im Einzelfall betrachtet werden und stellt den Planer vor eine Optimierungsaufgabe [STREICH 2005:220 in ZEILE 2010:41]. Entwickeln sich Siedlungsstrukturen nicht unkontrolliert, sondern werden von Menschen geplant, so lassen sich aus den dabei eingesetzten Strukturelementen die geometrischen Grundelemente Punkt, Linie und Fläche ableiten [ALBERS 1988:217; STREICH 1990; CURDES 1997:25; ZEILE 2010:43]. Wie die nachstehende Abbildung zeigt, können diese drei geometrischen Grundtypen je nach Maßstabebene der Planung stellvertretend für unterschiedliche Strukturelemente stehen (s. Abb. 10) [STREICH 2005:232 in ZEILE 2010:44].

Bei der Analyse von Siedlungen muss diese Typisierung jedoch als idealisierte Darstellung verstanden werden, die keine Rückschlüsse auf das tatsächliche Erscheinungsbild zulässt. Insbesondere durch die vorliegende Heterogenität gewachsener großer Siedlungskörper lassen sich die dabei angewandten Strukturelemente nur noch mit Mühe identifizieren. Bei kleineren Siedlungskörpern, wie sie beispielsweise bei Dorfstrukturen vorliegen, sind die einzelnen Struktu-

relemente dagegen deutlicher erkennbar [STREICH 2005:233 und BORN 1977:98FF in ZEILE 2010:44].

EBENE	PUNKT	LINIE	FLÄCHE
überregional	Flughafen	Verkehrsmagistrale	Metropolregion
Region	Solitärstadt	Siedlungsachse	Naturschutzgebiet
Stadt	Gemeinbedarfs-einrichtung	Straße	Wohngebiet
Baublock Parzelle	Leuchtkörper	Weg	Gebäudegrundfläche

Abbildung 10: Städtebauliche Strukturelemente unterteilt nach Geometrietyp und Maßstabsebene [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2005:232]

Ein gängiges Mittel zur Analyse von Siedlungsstrukturen ist die Untersuchung des Schwarzplanes des Siedlungskörpers. Da hierbei lediglich die Baukörper durch schwarze Flächen repräsentiert werden, kann die Stadtmorphologie verdeutlicht und leichter analysiert werden [ZEILE 2010:45]. Christopher Alexander wählt bei seiner „Pattern Language“ den Ansatz einer Mustersprache zur Typisierung städtebaulicher Strukturelemente. Die beim stadtplanerischen Entwerfen zum Einsatz kommenden Elemente werden dabei in hierarchisch gegliederte und logisch miteinander kombinierbare Muster dargestellt. Alexander teilt dabei insgesamt 253 Einzelemente über die Ebenen Region, Stadt, Quartier, Haus, bis zu dessen Konstruktion und Ausstattungsdetails zu und beschreibt diese jeweils durch einen auftretenden Konflikt mit zugehöriger Lösung und Begründung. Diese Einzelemente (Patterns) lassen sich über eine Art Grammatik zu einer logisch zu einer Sprache (Language) kombinieren und durch den Planer als Entwurfswerkzeug einsetzen [ALEXANDER 1964 in ZEILE 2010:46]. Während diese Elemente im Entwurfsprozess durch den Einsatz von CAD-Techniken dargestellt werden müssen, bedarf es bei der Analyse existierender Siedlungsstrukturen eines anderen Methodenrepertoires. Bei der Untersuchung

von Strukturelementen eines Raumes hat sich der Einsatz von Geoinformationssystemen etabliert. Liegen die Siedlungsstrukturen in Form georeferenzierter Daten vor, lassen sich die, in das GI-System integrierten, Analysefunktionen zur Untersuchung und aufbereitenden Darstellung der strukturellen Parameter einsetzen.

Während sich bauliche Strukturdaten in den meisten Fällen aus bestehenden Geodaten ableiten und untersuchen lassen, gibt es auch vielfältige Informationen, die zunächst im Rahmen einer Bestandsaufnahme kartiert werden müssen. Hierbei gilt es geeignete Techniken zur Aufnahme der zunächst Elemente zu wählen und anschließend geeignete Analysemöglichkeiten anzuwenden, um so aussagekräftige Schlussfolgerungen ableiten zu können. Die aufzunehmenden Elemente aus dem Bereich der Stadt- und Umweltplanung lassen sich auch hierbei in die drei grundlegenden Geometrietypen der punktuellen, linienhaften und flächenbezogenen Daten klassifizieren. Aus diesem Grund erfolgt Darstellung der zu Erfassung und Organisation einsetzbaren Techniken in den nachfolgenden drei Abschnitten entsprechend dieser Geometrietypologie. Aufgrund ihrer charakteristischen Eigenschaften eignen sich die jeweiligen Geometrietypen zur Erfassung bestimmter städte- und umweltplanerischer Belange. Die Anwendungsbereiche werden entsprechend der untersuchten Techniken herausgearbeitet und nachschaltbare Analyseschritte vorgestellt. Die Unterscheidung nach Punkten, Linien und Flächen kommt nicht von ungefähr: Geoinformationssysteme verwenden eben diese Unterscheidung nach den drei grundsätzlichen Geometrietypen und bieten, an die jeweilige Charakteristika angepasste, Analysewerkzeuge um aus Geoinformationen raumbezogene Schlussfolgerungen und planerische Maßnahmen ableiten zu können.

3.1.1 Punkte

Beim Tagging-Vorgang werden Informationen bestimmte Schlagworte oder Kategorien zugeteilt. Im Fall des Geo-Taggings handelt es sich um eine Spezialform des Taggings: Informationen werden mit zusätzlichen Geo-Informationen versehen, so dass sich diese georeferenziert darstellen und somit auch analysieren lassen. Durch ein auf das Smartphone aufgespieltes Kartensystem und der integrierten GPS-Ortung lassen sich diese Geo-Tags durch Personen direkt vor Ort aufnehmen [STREICH 2011:235]. Bei diesen Informationen handelt es sich in der Regel um einfache Textinformationen oder aber um Medieninhalte wie Fotos. Ein Geo-Tag entspricht demnach einer punktuellen, georeferenzierten Information. Aufgrund der durchgeführten Georeferenzierung des getaggten Inhaltes, lässt sich dieser auf einer Karte darstellen und auswerten. Das zugehörige Kartensystem kann bezüglich der aufzunehmenden Inhalte offen gestaltet werden oder nur bestimmte raumrelevante Inhalte zulassen. Auf diese Weise bietet das Webmappingsystem die Grundlage für Monitoringverfahren induktiver als auch deduktiver Art.

Die punktuelle Information als geometrisch einfachstes Strukturelement bietet für die Stadt- und Umweltplanung schon ein enormes Einsatzpotential bei der Erfassung raumrelevanter Daten. Ein Beispiel von stadtplanerischer Bedeutung stellt die Erfassung von Leerständen innerhalb eines Stadtgebietes dar. Im Bereich der Umweltplanung sei das Vorkommen von zu erfassenden Tierarten durch die Eintragung einer georeferenzierten Sichtung genannt. Bei diesen beiden Beispielen handelt es sich um solche, bei denen die Situation zu Beginn der Erfassung noch relativ unbekannt ist, ein einzelner Experte für die Aufzeichnung aber nicht ausreichen vermag. Planer sind hierbei auf die Crowd als Experten ihres Lebensraumes angewiesen. Kann eine Menschenmasse für die Erfassung planungsrelevanter Inhalte begeistert und aktiviert werden, so kann in einem kurzen Zeitraum eine große Anzahl an Datensätzen erfasst werden. Durch die kontinuierliche Fortschreibung der Daten können sich einzelne Aussagen durch die, in sogenannten **Heatmaps** darstellbare, Verdichtung einer Vielzahl getaggender Informationen herauskristallisieren, die wiederum durch die Crowd fortlau-

fend berichtet und korrigiert werden. Bei dem auf diese Weise aufgezogenen Monitoringsystem handelt es sich also um eines mit Eigenkorrektur durch die beteiligten Personen. Zudem wird die Aussagekraft insgesamt durch die zunehmende Anzahl der eingetragenen Datensätze verstärkt.

In der Bauleitplanung gehört die artenschutzrechtliche Relevanzprüfung zu den ersten Schritten zur Einschätzung der Artenschutzsituation im Plangebiet. Ein Biologe beurteilt die im Plangebiet möglicherweise vorkommenden Arten aufgrund der vorherrschenden Lebensraumsituation. Wird eine solche Relevanzprüfung außerhalb der aktiven Zeiten der potentiellen Arten durchgeführt, kann diese als „worst-case-Einschätzung“ erfolgen. In diesem Fall werden zunächst alle potentiellen Tierarten, die im vorherrschenden Lebensraum vorkommen könnten, als tatsächlich vorkommend angenommen und baubegleitende CEF-Maßnahmen (continuous ecological functionality-measures: Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung ökologischer Funktionen) abgeleitet, sollte keine Zeit für eine ausführliche, vertiefende Beobachtung über den Aktiv-Zeitraum erfolgen. Wird eine vertiefte faunistische Artenbeobachtung durchgeführt, können einzelne, zuvor als potentiell vorkommend eingestufte, Arten bestätigt oder bei weiteren Planungsschritten aufgrund einer Nichtfeststellung ihres Vorkommens aus der Berücksichtigung entfallen. Nach der Prüfung des tatsächlichen Vorkommens saP-relevant erkannter Arten, sind die im Bundesnaturschutzgesetz geregelten Verbotstatbestände zu prüfen, welche sich auf die Bereiche „Lebensstättenschutz“ § 44 Abs. 1 Nr. 3 und Abs. 5 BNatSchG; „Tötungs- und Verletzungsverbot“ § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Abs. 5 S. 2 BNatSchG, sowie „Störungsverbot“ § 44 Abs. 1 Nr. 2 und Abs. 5 S. 1 und S 5 BNatSchG erstrecken. Außer den regulären Ausgleichsmaßnahmen können sogenannte „vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen“ (CEF-Maßnahmen) nach § 44 Abs. 5 S. 4 BNatSchG an dieser Stelle des Prüfprozesses abgeleitet und festgesetzt werden [LFU BAYERN 2017].

Im Grunde handelt es sich bei der artenschutzrechtlichen Relevanzprüfung um eine punktuelle Verortung potentiell vorkommender Arten, bei der das oben beschriebene Verfahren des Geo-Taggings zum Tragen kommt. Die abgeleiteten Ausgleichs- oder CEF-Maßnahmen müssen hinsichtlich ihrer Umsetzung und dem Wirkungsgrad in einer Art „Erfolgskontrolle“ einem Monitoring unterzogen

werden. Hierbei handelt es sich um die Fortschreibung der zuvor georeferenziert verorteten Artenvorkommen über eine Zeitachse.

Die Durchführung eines Geo-Taggings der Sichtung bestimmter, zu erfassender Tierarten kann aber auch neue Erkenntnisse über deren Ausbreitungsraum liefern, die unter Umständen ihre Auswirkungen auf geplante bauliche Veränderungen haben kann: Die australische Organisation „WomSat“ hat sich dem Schutz des Wombats verschrieben. Über ein Web-GIS können Geo-Tags zu Wombat-Sichtungen nach einmaliger Registrierung durch die Nutzer der Plattform gesetzt werden (s. Abb. 11). Neben der Information, wo ein Wombat beobachtet wurde, werden zudem Informationen über den Zeitpunkt der Sichtung gesammelt. Auf diese Weise lässt sich das Wombat-Vorkommen auch im zeitlichen Verlauf visualisieren um später mögliche Veränderungen des Verbreitungsraumes analysieren zu können.

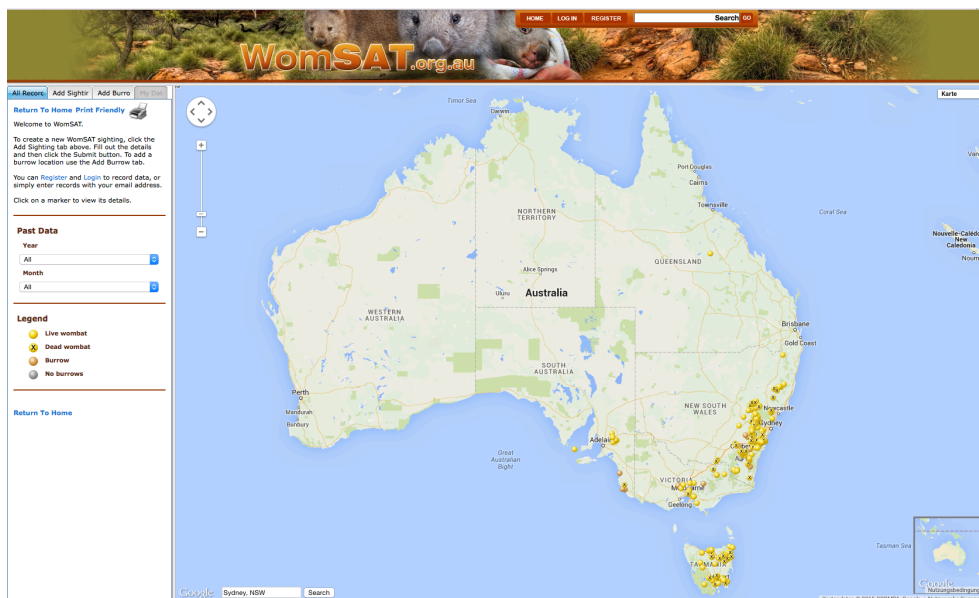


Abbildung 11: Tagging von Wombat-Sichtungen über die Plattform WomSat [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von WOMSAT 2016]

Das Taggen von Wombat-Bauten und den Sichtungen der Tiere bietet Analysepotential hinsichtlich ihrer Reviergrößen. Zusätzlich sollen äußere Einflüsse auf

Veränderungen der Wombat-Population beobachtet werden. Wird ein lebendiger Wombat entdeckt, soll eine Einschätzung über dessen Zustand mit-getaggt werden: Handelt es sich um einen gesunden Wombat oder leidet dieser an Sarcoptesräude, eine durch den Befall des Parasiten *Sarcoptes scabiei* ausgelöste Krankheit, die sich durch vermehrtem Kratzen, verdickter Haut, partiellem Fellausfall und Infektionen bemerkbar macht. Außer Parasitenbefall stellt das Kreuzen von Straßen eine der größten Gefahrenquellen für wildlebende Wombats dar. Durch den Eintrag aufgefundenener, toter Wombats können Rückschlüsse auf Konflikte zwischen deren Territorien und der Inanspruchnahme des Landes durch den Menschen getätigt werden. Wird während der anschließenden Analyse ein erhöhtes Gefahrenpotential aufgrund häufiger Straßenkreuzungen an einigen Stellen erkannt, kann an dieser Stelle planerisch reagiert und der Schutz der Tiere zukünftig verbessert werden [WOMSAT 2016].

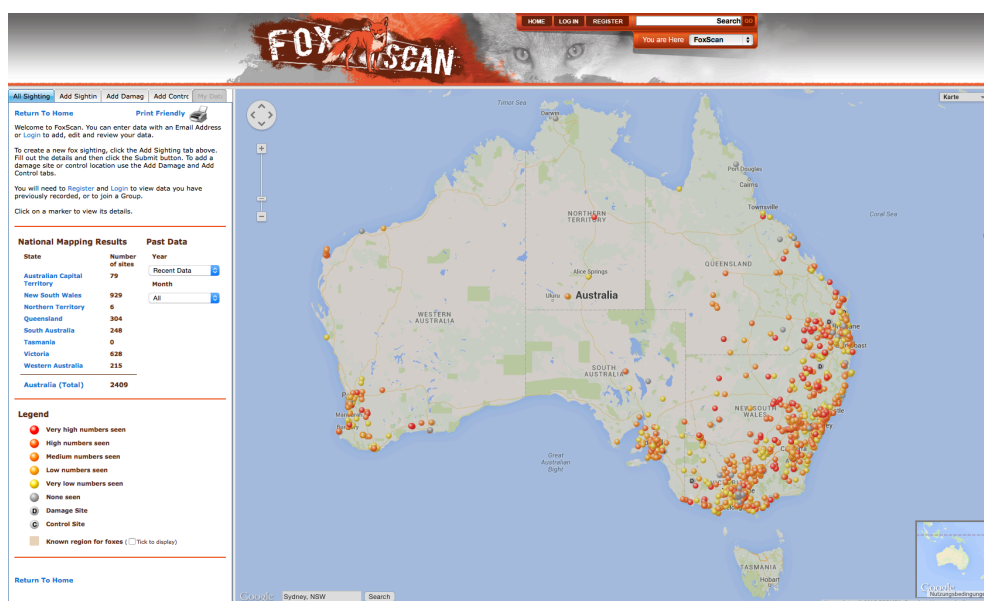


Abbildung 12: Tagging von Fuchs-Sichtungen über die Plattform FoxScan [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von FOXSCAN 2016]

Der von Europäern nach Australien eingeführte Rotfuchs gefährdet ebenfalls den Wombat und andere australische Wild- und Farmtiere. Um deren Auswir-

kungen auf die australischen Tiere beobachten und analysieren zu können, können Fuchs-Sichtungen nach dem gleichen Prinzip über die App-Anwendung FoxScan und die zugehörige Web-Karte eingetragen werden (s. Abb. 12). Hierbei wird schnell dessen Verbreitungsgebiet gegenüber den Wombat-Vorkommen deutlich [FOXSCAN 2016]. Neben der vorgestellten FoxScan-Maske, bietet die übergeordnete Plattform FeralScan zudem auf weiteren Layern die Möglichkeiten zum Taggen von nicht-einheimischen oder schädlichen Kaninchen, Kamele, Wildschweinen, Aga-Kröten, Wildhunden, Wildziegen, Staren, Mäusen und Wildkatzen [FERALSCAN 2016].

Anhand dieser Beispiele wird deutlich, dass es sich bei der eingesetzten Art des Monitorings um eine Erfassung räumlicher Daten im Crowdsourcing-Prozess handelt: Jeder Bürger kann mit derselben Technik durch synchrone oder sequentielle Aktivität Daten beisteuern [STREICH 2011: 235]. Die in das, zentral organisierte, Erfassungssystem zusammengetragenen Daten führen so zu repräsentativeren Ergebnissen, ermöglichen planerische Reaktionen auf eventuelle Gefahrenpunkte und tragen somit zu einem besseren Schutz der bedrohten, einheimischen Tierarten bei.

Hinter der Prämisse der Wissensgesellschaft, dass jede Person jede Information zu jeder Zeit abrufen kann, verbergen sich aber auch Herausforderungen: Die australische Organisation „Save-the-Koala“ setzt sich für den Schutz des Koalas ein. Voraussetzung für das Überleben des Koalas sind in ausreichender Quantität und Qualität zur Verfügung stehende Eukalyptus-Wälder, die für den Koala nicht nur den notwendigen Lebensraum, sondern in Form von Eukalyptus-Blättern, auch dessen Hauptnahrungsmittel darstellen. Der Lebensraum der Koalas erstreckt sich aufgrund ihrer stenöken Lebensweise über die Eukalyptus-Wälder entlang der australischen Ostküste. Da sich auch der Großteil der australischen Bevölkerung entlang der Küste niedergelassen hat, das Land nach wie vor mit einem Bevölkerungswachstum umgehen muss, breitet sich die Siedlungsstruktur auch zunehmend in die Lebensräume der Koalas aus und verkleinert deren Territorien infolge der Flächeninanspruchnahme. Bei neuen Bauvorhaben im Rahmen der Siedlungsentwicklung kommt es verstärkt zu Konflikten zwischen Naturschützern und Behörden [SAVE-THE-KOALA 2016].

Genau wie im bereits geschilderten Fall zur Wombat-Kartierung, bietet „Save-the-Koala“ eine Web-GIS-Karte an, in der die Nutzer der Plattform ihre Sichtungen eintragen können um das Koala-Vorkommen zu dokumentieren und Veränderungen des Verbreitungsraumes im zeitlichen Verlauf zu visualisieren. Da diese Informationen bei Investoren und Bauunternehmen ebenfalls auf großes Interesse treffen, um diese Informationen aus ökonomischer Sicht zu verwerten, wurden diese Daten in der Vergangenheit auch oftmals, entgegen des ursprünglichen Gedankens, zur weiteren Verwendung zweckentfremdet. Um einem industriellen Missbrauch zuvor zu kommen, hat sich die „Save-the-Koala-Foundation“ am 04. Februar 2016 dazu entschlossen, die Karte nur noch zuvor registrierten Nutzern zugänglich zu machen (s. Abb. 13) [SAVE-THE-KOALA 2016].

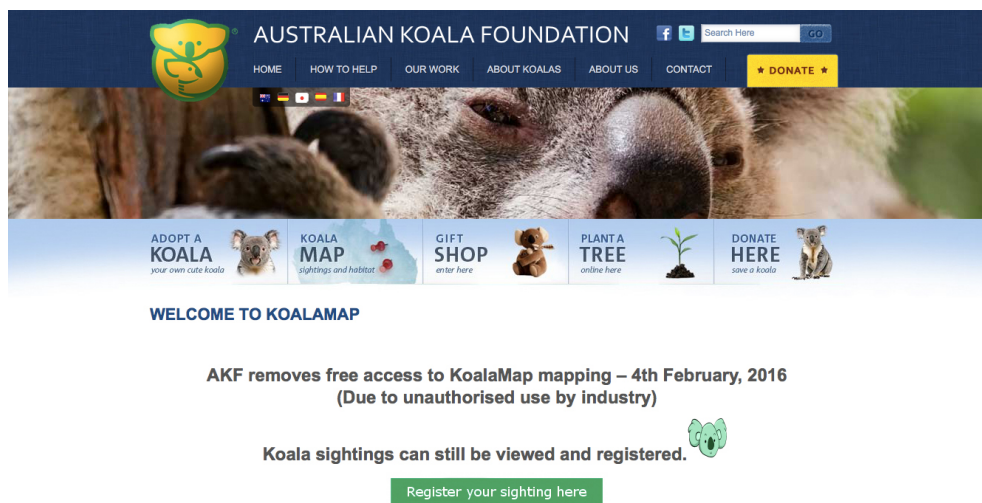


Abbildung 13: Beschränkung des Zugangs zu georeferenzierten Taggingdaten der Save-the-Koala-Foundation [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von SAVE-THE-KOALA 2016]

Die im Rahmen einer Abschlussarbeit am Fachgebiet CPE der TU Kaiserslautern entstandene Plattform OpenCrowdMaps bietet alle technischen Voraussetzungen um Tagging-Karten nach dem oben beschriebenen Prinzip zu erstellen. Die Plattform ist hierzu bewusst offen gehalten, d.h. jeder kann eigene thematische

Karten mit zugehörigen Layern erstellen. Diese Karten sind zudem frei zugänglich, so dass auch nach Erstellung einer Karte jeder Interessierte eigene Tags eintragen kann (s. Abb. 14). Die Barrieren zur Nutzung sind so gering wie möglich gehalten, eine Registrierung ist nicht nötig, Richtigkeit und Kontrolle der Inhalte wird der Crowd überlassen. Die Darstellungsoption der GeoTags als Heatmap bietet eine erste Analysemöglichkeit innerhalb der Plattform. Eine Export-Funktion im CSV-Format ermöglicht zudem die Verwendung der aufgenommenen Daten in einem Geoinformationssystem zur weiteren Analyse [NOLL 2014 und NOLL, ZEILE 2015].

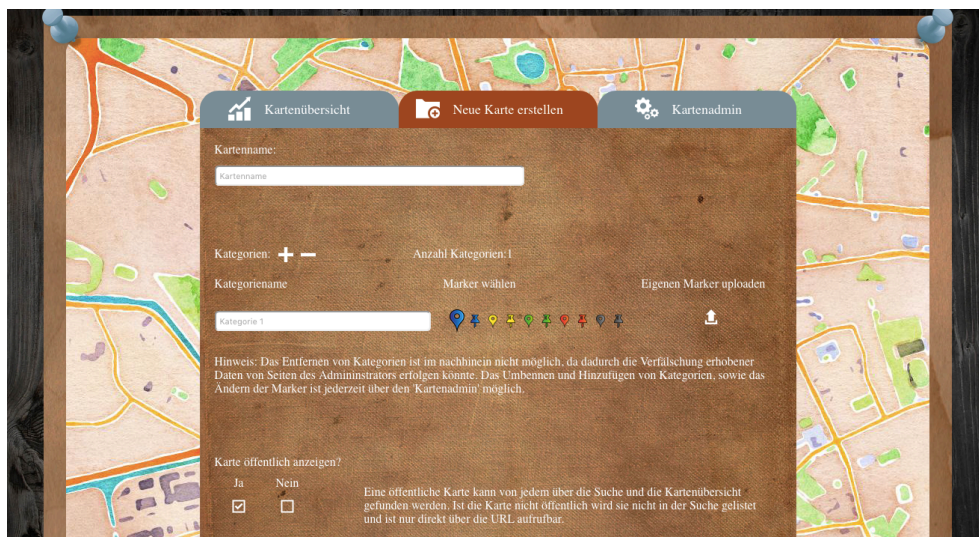


Abbildung 14: Anlegen einer Themenkarte über die Plattform OpenCrowdMaps [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von OPENCROWDMAPS 2017]

Während Web-Karten und virtuelle Globen vor allem im Rahmen der Vorbereitung einer Bestandsaufnahme in Form einer vorgeschalteten **Fernerkundung** eingesetzt werden, bieten die auf das ins Smartphone integrierte GPS-Modul zurückgreifenden, Tagging-Apps enorme Potentiale für die Bestandsaufnahme von Inhalten die zwingend vor Ort erfasst werden müssen. Egal ob es sich dabei um die Aufnahme von Leerständen [LEERSTANDSMELDER 2016, RAUMPIRATEN 2017] oder Barrieren [WHEELMAP 2017] innerhalb des Stadtgebietes handelt,

Tagging-Apps ermöglichen eine Aufzeichnung dieser Datensätze durch ein manuelles Setzen von georeferenzierten **Points-of-Interest** oder kurz: **POIs**. Den Tagging-Punkten lassen sich zudem weitere Informationen, beispielsweise Eigenschaften oder Besonderheiten der aufgenommenen Inhalte zuordnen. Dabei muss es sich nicht zwingend um reine Textinformationen handeln, auch das Hinzufügen von Fotos, Audio- oder Videoclips wird bei einigen Tagging-Apps ermöglicht. Stehen darüber hinaus Exportfunktionen zur Verfügung, so müssen die erfassten Inhalte, im Gegensatz zur früheren Vorgehensweisen bei Bestandsaufnahmen, nicht nachträglich digitalisiert werden, da dies bereits direkt vor Ort geschehen ist. Die georeferenzierten Datensätze können direkt auf den Büro-Rechner geladen, dort als CSV- oder KML-Datei in ein GIS importiert und weiterverarbeitet werden. Sowohl in Apples AppStore als auch in Googles PlayStore gibt es eine Vielzahl an Apps mit den beschriebenen Tagging-Funktionalitäten. Der in der nachfolgenden Abbildung dargestellte OSM Tracker für Googles Android basiert auf einer OpenStreetMap-Karte über der Inhalte zu vordefinierten Tags intuitiv erfasst werden können (s. Abb 15).



Abbildung 15: Tagging-Möglichkeiten städtischer Strukturen anhand vordefinierter Tags im OSM Tracker für Android [EIGENE DARSTELLUNG]

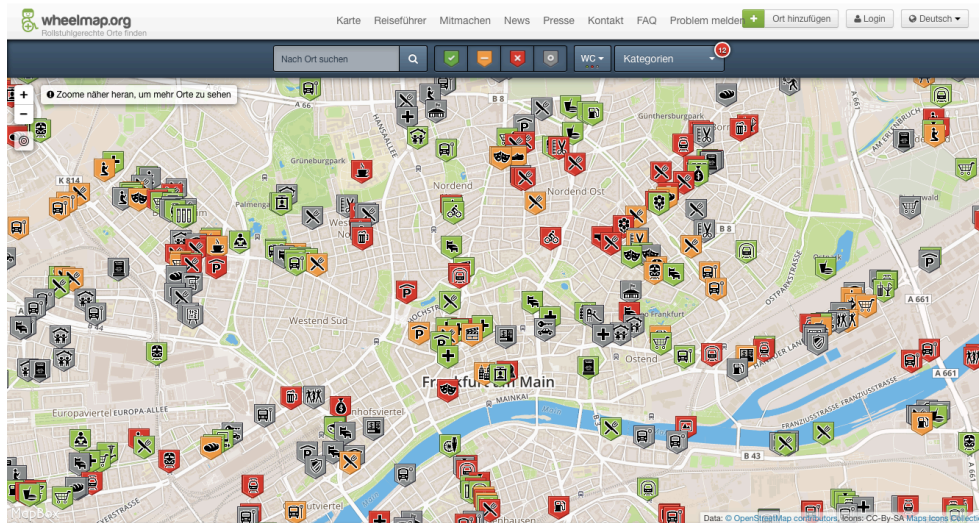


Abbildung 16: Verortung städtischer Barrieren im Stadtgebiet von Frankfurt am Main zur Identifikation rollstuhlgerechter Orte [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von WHEELMAP 2017]

Ein weiteres Anwendungsfeld für die auf Crowdsourcing basierende Erfassung raumrelevanter Datensätze in der Stadtplanung wird anhand Webkartenanwendungen wie Wheelmap.org (s. Abb. 16) oder mit dem Leerstandsmelder (s. Abb. 17) verfolgt: Die Wheelmap dient der Verortung städtischer Barrieren in Stadtgebieten weltweit. Auf diese Weise kann sich ein Rollstuhlfahrer im Vorfeld eines Besuches in einer Stadt über deren Barrierefreiheit informieren um entsprechend planen zu können. Diese Daten können von Seiten der Stadtverwaltung aber auch als Mängelmelder aufgefasst werden und somit Stellen identifiziert werden, an denen Verbesserungsbedarf für körperlich eingeschränkte Personen besteht [WHEELMAP 2017].

Die Plattform **Leerstandsmelder** ist mittlerweile für eine Vielzahl von Städten verfügbar und fordert die Bürger der jeweiligen Stadt auf, sich an der Erfassung von Leerständen zu beteiligen. Leerstände stellen die Stadtplanung insbesondere dadurch vor eine Herausforderung, dass deren Quantität und Qualitäten oftmals unbekannt und nur schwer zu erfassen ist. Hier kommen die Bürger als „Experten ihres Lebensraumes“ zum Tragen und können mit ihren beigesteuerten Informationen die Aufmerksamkeit der Stadtplanungsbehörden auf vorlie-

gende Leerstände lenken. Im Rahmen eines Leerstandsmanagements kann den, auf diese Weise erfassten, Leerständen beispielsweise zunächst eine Zwischen-
 nutzung vermittelt werden, mit welcher das Ziel einer Aufmerksamkeitserzeugung verfolgt und die Zuführung einer langfristigen, dauerhaften Nutzung möglich wird [VOLLMER 2015, LEERSTANDSMELDER 2016, RAUMPIRATEN 2017].

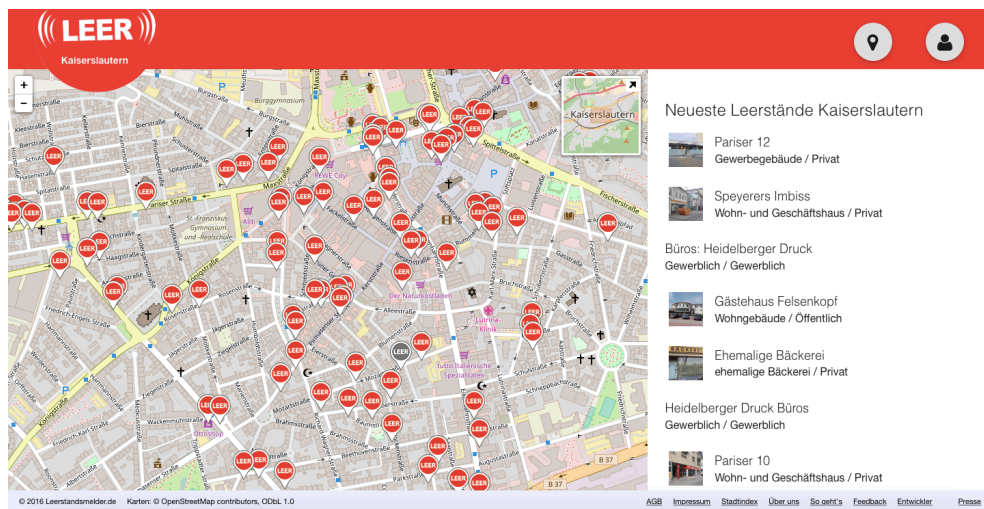


Abbildung 17: Leerstandsmelder Kaiserslautern [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von LEERSTANDSMELDER 2016]

3.1.2 Linien

Wenn es um die Aufnahme linienartiger Strukturdaten in der Stadt- und Umweltplanung geht, treten Phänomene der Mobilität und Verkehrsplanung schnell in den Vordergrund. Der Fokus liegt dabei jedoch nicht ausschließlich bei der Erfassung statischer Strukturen, sondern es geht auch darum, wer und wie viele (Anzahl?) das Verkehrsnetz an welchen Stellen (Quelle, Weg und Ziel?), zu welchem Zeitpunkt (Wann?), zu einem bestimmten Zweck (Warum?), durch

die Wahl eines welches Verkehrsmittels (Wie?) nutzen und wie effizient das dadurch erzeugte Verkehrsaufkommen abläuft.

Aus planerischer Sicht geht es bei diesen Daten um die Analyse von Wegebeziehungen und deren Frequentierungen, Analysen über die Leistungsfähigkeiten und –grenzen von Straßen, Wegeentscheidungen bei zurückgelegten und bei zukünftig zurückzulegenden Strecken. Smartphones können beim Versuch der Beantwortung dieser Fragen einen entscheidenden Beitrag leisten: Die während der Nutzung von Apps zur Navigation oder **Tracking** aufgezeichneten Daten können schließlich – die entsprechenden Berechtigungen vorausgesetzt – für Analysen herangezogen werden und für die Planung durchaus wertvolle Inputs liefern.

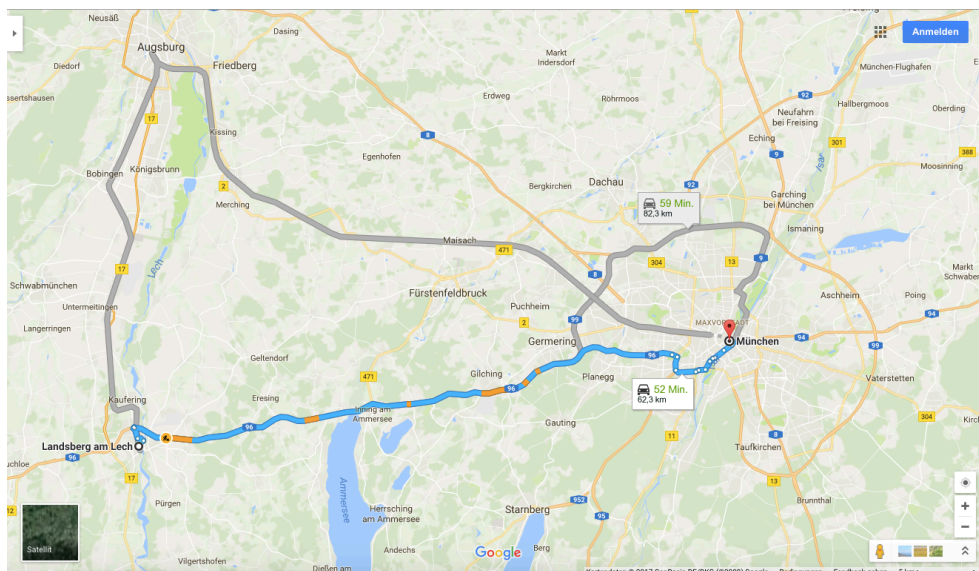


Abbildung 18: Linienartige Strukturdaten im Mobilitätssektor und Ableitung von Echtzeit-Stauinformationen [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GOOGLE MAPS 2017]

Beispielsweise nutzt Google die Information über Geoposition und Fortbewegungsgeschwindigkeit seiner Google Maps-Nutzer bei der Inanspruchnahme von Navigationsleistungen im Gegenzug zur Ableitung von Stuaussagen in Echtzeit (s. Abb. 18) [CZERULLA 2011]. Anhand dieses auf Crowdsourcing basie-

renden Staumelders können Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit von Straßen geschlossen werden, die sich etwa durch die Häufung von Stauereignissen zu bestimmten Tageszeiten bemerkbar machen und so deren Grenzen aufzeigen können.

Neben der Nutzung ziviler GPS-Technologie zur Navigation, stellt die in den letzten Jahren zunehmend beobachtbare „**Quantified Self**“-Bewegung einen Trend dar, deren Daten sich unter bestimmten Voraussetzungen auch für planerische Ableitungen nutzen lassen. Die Wired-Journalisten Gary Wolf und Kevin Kelly begründeten den Begriff „Quantified Self“ im Jahre 2007 und fassten darunter die Methoden zur Vermessung menschlicher Aktivitäten wie Apps, Fitness-Tracker (s. Abb. 19) und ähnlichen Geräten, sowie die zugehörigen sozialen Netzwerke [BEUTH 2015].

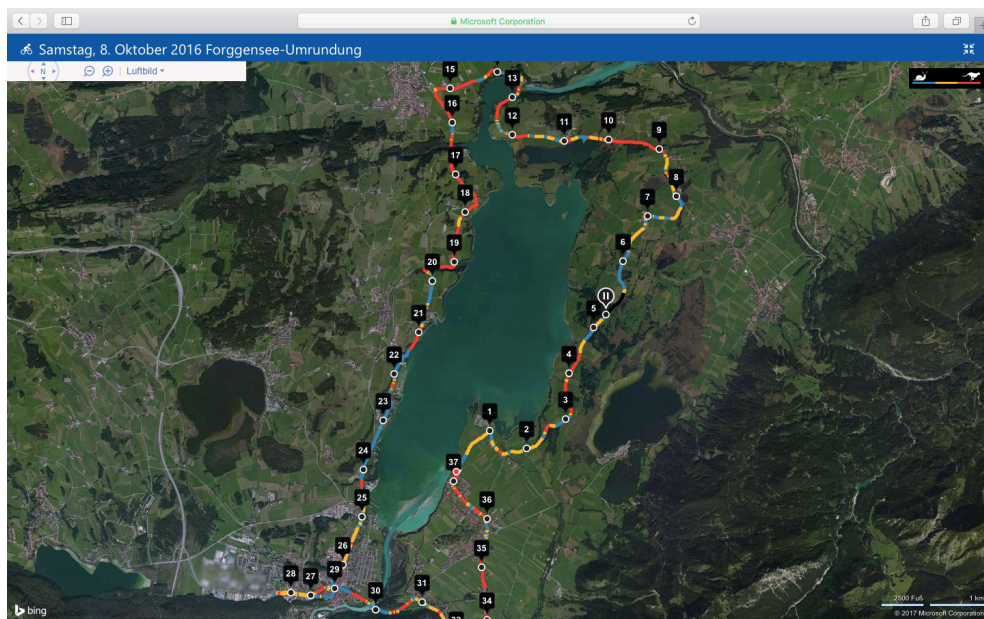


Abbildung 19: Dokumentation sportlicher Aktivitäten durch GPS-Tracking und Analyse der Fortbewegungsgeschwindigkeit [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von MICROSOFT HEALTH APP 2016]

Im Rahmen der Entwicklung hin zu bewussteren Lebensweisen, verfolgen die Anhänger der „Quantified Self“-Communities den Ansatz, mehr und mehr Daten

ihres täglichen Lebens aufzuzeichnen, zu dokumentieren und zu optimieren. Die dabei eingesetzten, auf die möglichst einfache Bedienbarkeit ausgelegten Tracking-Apps oder die in den verschiedensten Formen und unterschiedlichsten Zusatzsensoren ausgestatteten „Fitness-Armbänder“ bieten software- und hardwareseitig die Voraussetzung für diese Entwicklung.

Das Teilen von aufgezeichneten Daten in den zugehörigen sozialen Netzwerken und das Erreichen virtuelle Trophäen, sowie die Dokumentation persönlicher Bestleistungen (s. Abb. 20), sorgt für die notwendige, andauernde Motivation bei den einzelnen Nutzern. Bieten die verbundenen Plattformen zusätzlich Schnittstellen zum Datenaustausch, verbergen sich hinter den steigenden Nutzerzahlen der Fitness-Communities zunehmende Potentiale für die räumliche Planung. Deren Einsatzmöglichkeiten bei der Analyse räumlicher Phänomene gilt es zu untersuchen und einhergehende Vor- und Nachteile, insbesondere aus Sicht des Datenschutzes zu diskutieren.

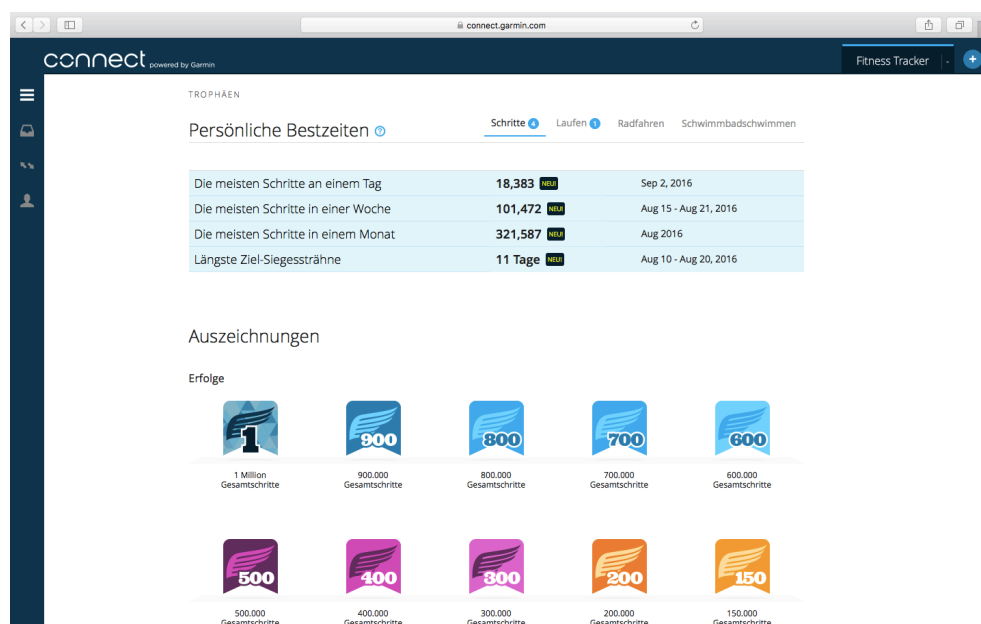


Abbildung 20: Motivation durch virtuelle Trophäen und Analyse persönlicher Bestleistungen [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GARMIN CONNECT 2016]

Eine an der TU Kaiserslautern durchgeführte Studienarbeit mit dem Titel „Track me if you plan“ setzt an dieser Stelle an und beleuchtet die beschriebenen Aspekte. Ausgehend von der Tatsache, dass jede individuelle Entscheidung bezüglich des Mobilitätsverhaltens Raumaktivitäten auslöst und sich in einem persönlichen Mobilitätsfußabdruck niederschlägt, wurde die Tracking-App „MOVES“ zur klassifizierten Aufzeichnung von Bewegungen im Raum und zur späteren Ableitung von Bewegungsmuster eingesetzt [BIESEWIG ET AL. 2015]. Die Behandlung von Aktivitäts- und Bewegungsmustern setzt zunächst einen Exkurs zu deren Entstehung voraus: Aktivitäts- oder Bewegungsmuster entstehen nicht plötzlich und auch nicht ohne Grund, sondern es handelt sie entstehen im Rahmen eines schleichenden und somit unbewussten Prozesses, welchem verschiedenste Einflüsse zugrunde liegen können. Eine Änderung des Wohnortes kann als eine Art „Reset“, einer Zurücksetzung des bis dahin bekannten Wohnumfeldes, aufgefasst werden: Eine Person kommt in einer für ihn neuen Umgebung an und hat noch keine Verhaltensgewohnheiten in diesem Raum. Erst durch die Routine die beim Besuchen gleicher Orte, durch das Wählen der gleichen Strecke dorthin oder bei der Verkehrsmittelwahl entstehen, können sich Bewegungsmuster verfestigen. Die zuvor zu treffenden Wegeentscheidungen hängen stark von der individuellen Raumwahrnehmung ab. Umso bekannter die räumliche Situation durch den wiederholten Aufenthalt in selbiger wird, desto mehr rückt die aktive Raumwahrnehmung gegenüber dem Musterverhalten in den Hintergrund [PROVO ET AL. 2016].

Über eine vierwöchige Testphase trackten sich die Teilnehmer des Projektes „Track me if you plan“ mit ihrem Smartphone und der darauf installierten Moves-App selbst. Die auf das in das Smartphone verbaute GPS-Modul zurückgreifende App unterscheidet beim Trackingvorgang durch die Aggregation von Sensordaten wie Fortbewegungsgeschwindigkeit und Beschleunigung automatisch zwischen den vier Fortbewegungsarten Gehen, Laufen, Radfahren und Transport (PKW, Bus, Zug,...). Zudem wird beim längeren Aufenthalt an einem Ort dieser als POI innerhalb des getrackten Wegenetzes getaggt. Die auf diese Weise erfassten POIs können nachträglich durch den User bearbeitet und mit einem zusätzlichen Text-Attribut, wie beispielsweise „Zuhause“, „Arbeitsplatz“

oder Ähnlichem, versehen werden. Die automatisch klassifizierte Art der Fortbewegung kann ebenfalls nachträglich manipuliert und hierbei spezifiziert werden. Die aufgezeichneten Daten werden dem Nutzer neben der direkten Anzeige in der App über die verbundene Webplattform präsentiert und kann darüber hinaus mit zusätzlichen Anbindungsmöglichkeiten von Drittanbieter-Apps aufwarten. Für die detaillierte Analyse der Bewegungstagebücher-Daten in einem Desktop-GIS stehen Exportoptionen in den Formaten KML, CSV oder GPX zur Verfügung [PROVO ET AL. 2016].



Abbildung 21: Heatmaps der getrackten Bewegungsdaten insgesamt (links) und der mit Transportmitteln zurückgelegten Strecken [BIESEWEG ET AL. 2015 in PROVO ET AL. 2016]

Die aufgezeichneten Trackingdatensätze von Einzelpersonen lassen Einblicke in deren Verhaltensweisen beim Leben im und Nutzen des Betrachtungsraumes zu, haben aus planerischer Sicht nur eine eingeschränkte Aussagekraft. Erst durch die Aggregation, also der Überlagerung, einer Vielzahl solcher Bewegungsdaten lassen sich Aussagen zur Freqüentierung einzelner Orte und Streckenabschnitte in Form von Hoch- und Tiefwerten ableiten. Punktuelle oder linienhafte Verdichtungen lassen sich durch den Einsatz von Kernel-Density- und Line-Density-Analysen in einer GIS-Analyse berechnen. Die als Ergebnis dieser Analysen stehenden Infografiken in Form von Dichtekarten (bzw. sogenannten „Heatmaps“) ermöglichen geübten Verkehrsplanern anhand des zuvor definierten Farbspektrums vertiefende Aussagen zu Verkehrshäufungen auf den

ersten Blick (s. Abb. 21). Zusätzlich erfasste und mit den Bewegungsdaten verknüpfte Attribute, wie beispielsweise Informationen zu Alter, Geschlecht, etc. ermöglichen zudem statistische Auswertungen bei der Analyse der Bewegungsmuster [BIESEWIG ET AL. 2015, PROVO ET AL. 2016].

Auch wenn der Einsatz der geschilderten Technik enorme Potentiale für die Stadt- und Umweltplanung, insbesondere für die Mobilitäts- und Verkehrsplanung, eröffnet, so sind deren mögliche Folgen differenziert zu betrachten und im Vorfeld eines solchen Experiments zu klären. Durch die Anwendung von Tracking-Methoden gerät der Mensch zunehmend in den Betrachtungsfokus der Planung. Die Einsicht in personenbezogene Daten lässt Aussagen über Wohn- und Arbeitsort oder dem Freizeitverhalten zu. Aus raumplanerischer Sicht interessieren zwar weniger die aus der Analyse einzelner Bewegungsaktivitäten ableitbaren Aussagen, sondern vielmehr diejenigen Bewegungsmuster, welche sich aus der Überlagerung einer Vielzahl von aggregierten Datensätzen erschließen. Dieser Schritt muss jedoch den Ansprüchen der Anonymisierung gerecht und somit nachträgliche Rückschlüsse auf Einzelpersonen durch den Vorgang unzulässig gemacht werden.

Die Anonymisierung der Datensätze verwässert aus planerischer Sicht aber keinesfalls deren Aussagekraft. So lassen sich aus einer im Geoinformationssystem erstellbaren Heatmap deutliche Hotspots und auch Häufungen bei der Nutzung bestimmter Routen erkennen, welche zumindest für die getrackte Kohorte – eine studentische Gruppe im Alter von 20-25 Jahren – reproduzierbare Daten erzeugt, welche jedoch für die konkrete Ableitung planerischer Handlungen und die Begründung von Maßnahmen erweitert werden müsste, um hierzu einen repräsentativen Anteil der Stadtbevölkerung abzubilden. Einsatzmöglichkeiten in der Stadtplanung sind vor allem in der Verkehrsplanung vorstellbar, um Frequentierungen von Wegen, unzureichende Leistungsfähigkeiten einzelner Straßenabschnitte, ineffiziente Ampelschaltungen oder fehlende Wegeverbindungen zu identifizieren [BIESEWIG ET AL. 2015, FOLZ ET AL. 2015].

Beim Einsatz personenbezogener Daten zu Planungszwecken muss einerseits zwar mit den Herausforderungen des Datenschutzes umgegangen werden, andererseits bietet „dieser neuartige Ansatz der Planung (...) eine ganz neue Form

der Bürgerbeteiligung, außerhalb der mittlerweile typischen Bürgerversammlungen oder Workshops“ [BIESEWIG ET AL. 2015]. Den Mehrwert, den Bürger durch ihren Einsatz bei der Bestandsaufnahme bestehender Verkehrsnetze beitragen, gilt es explizit hervorzuheben. Auf diese Weise können sie direkt an den ersten Planungsschritten partizipieren und durch das Teilen ihrer Trackingdaten bei der Suche nach Handlungserfordernissen sowie mit eigenen Vorschlägen zur Verbesserung an der Umgestaltung ihres gebauten Lebensumgebung helfen. Neben der verstärkten Einbindung in die Planungsschritte an sich, steckt das Potential beim Einsatz solcher Beteiligungsmethoden vor allem in einem gesteigerten Verständnis für planerische Maßnahmen.

Äquivalent zu den beschriebenen Potentialen des Einsatzes von Tracking-Methoden in der Stadtplanung, bietet auch die Anwendung im Einsatzgebiet der Umweltplanung enorme Potentiale, wenn es beispielsweise um die Verhaltensweisen und Analyse der Lebensräume bestimmter Tierarten geht. Mit Peilsender ausgestattete Tiere werden über einen bestimmten Zeitraum getrackt und somit deren Reviere hinsichtlich ihrer Dimension, aber auch bezüglich Wanderungsbewegungen, Veränderungen ihrer Verhaltensweisen untersucht. Insbesondere aufgrund menschlicher Siedlungsaktivitäten verschmelzen die Grenzen tierischer Territorien immer öfter, so dass in den über den Globus verteilten Stadträumen häufig eine höhere Artenvielfalt festzustellen ist, als dies in einigen Biotopen außerhalb von Siedlungen der Fall ist. Ziel beim Monitoring der Lebensräume von Tieren ist nicht nur der Tierschutz, sondern unter Umständen auch der des Menschen durch die Verhinderung etwaiger Konfliktsituationen. Auch im Fall des Tier-Trackings spielt der Datenschutz eine wichtige Rolle. Die Informationen werden auf den zugehörigen Plattformen meist nicht in Echtzeit, sondern mit Verzögerung visualisiert. So lassen sich zwar Aussagen zur Verbreitung der beobachteten Tierarten treffen, jedoch können Wilderer diese Daten nicht für die Jagd auf die Tiere missbrauchen [NATIONAL GEOGRAPHIC 2013, SAVE-THE-KOALA 2016].

3.1.3 Flächen

Eine klassische Aufgabe in der Stadtplanung stellt das Monitoring von Flächenpotentialen innerhalb des Stadtgebietes dar. Baupotentiale und Baulücken werden in einem Kataster erfasst und mit Zusatzinformationen versehen. Baulücken stellen für viele Gemeinden ein Handlungserfordernis dar, da sie das Ortsbild stören und teilweise Pflegekosten verursachen. Insbesondere unter dem Gesichtspunkt, dass Grund und Boden nicht vermehrbar ist und die Inanspruchnahme von zusätzlichen Flächen möglichst reduziert werden soll (30-Hektar Ziel), ist jede Gemeinde dazu angehalten, sparsam mit dem Gut Boden umzugehen. Bevor ein weiteres Neubaugebiet „auf der grünen Wiese“ ausgewiesen wird, sind zunächst die Möglichkeiten einer Nachverdichtung im Innenbereich zu prüfen. Um die vorhandenen Baulücken innerhalb eines Stadtgebietes verwerten zu können, muss zuvor deren Anzahl und Qualität in Erfahrung gebracht werden. Die Erfassung von Baulücken und Baupotentiale stellt hierbei für viele Städte eine erste Herausforderung dar. Nach einer Analyse der kommunalen Geodaten auf Baulücken- und Baupotentialverdachtsflächen müssen diese bei einer Bestandsaufnahme vor Ort überprüft werden. Hierbei bietet sich der Einsatz von Tablet-PCs an: Mit den richtigen Apps ausgestattet, erlauben diese mittels ihrer multi-touch Steuerung, den großen Bildschirmen, mobilem Internet und der Speicherung digitaler Karten die Erfassung, Darstellung und Bearbeitung von Geodaten vor Ort. Neben der – in den beiden vorangegangenen Kapiteln erläuterten – Digitalisierung von Punkten und Linien bieten einige mobile Mapping-Apps die Möglichkeit der Erfassung von flächenbezogenen Informationen. Wird diese digitale Bestandsaufnahme zusätzlich per mobiler Internetverbindung in Echtzeit mit dem PC im Büro synchronisiert, können die Datensätze direkt ins verwaltungsinterne GIS eingespielt werden.

In Kooperation mit der Gemeinde Haßloch (Rheinland-Pfalz) und der Verbandsgemeinde Deidesheim wurde im Rahmen der Studienprojekte „Flächenmonitoring – Erstellung eines Baulückenkatasters für die Gemeinde Haßloch“ und „Erstellung eines Baulückenkatasters für die Verbandsgemeinde Deidesheim“ am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kai-

serslautern eine Methode zur mobilen Bestandsaufnahme durch die Kombination verschiedener kostenfrei verfügbarer Techniken erstellt und zum Einsatz gebracht.

Eine der wichtigsten Methoden zur Verwaltung von Brachflächen ist die Erstellung von sogenannten Brachflächenkatastern (STREICH 2011: 27). Diese geografischen Informationssysteme helfen, erfasste Daten zu verwalten, zu analysieren und fortzuschreiben. Ein digitales Brachflächenkataster stellt eine Grundvoraussetzung für ein umfangreiches Flächenmonitoring dar, bei dem neben der Beobachtung der Entwicklung der kommunalen Flächen im Rahmen eines darauf aufbauenden Flächenmanagements strategische Handlungen und Maßnahmen abgeleitet und definiert werden können.

Bei der Erstellung des **Baulücken- und Baupotentialkatasters** liegt der Fokus auf dem Einsatz von mobilen Geräten um deren Mehrwert für die Planung zu analysieren. Neben der Möglichkeit Informationen direkt vor Ort zu digitalisieren und zugehörige Attribute auf- und einzugeben, bietet das in das mobile Endgerät integrierte GPS-Modul einen entscheidenden Mehrwert: Die Daten werden direkt mit dem entsprechenden Geobezug erfasst. Im beschriebenen Projekt kam der MyMaps-Editor auf Google Maps-Basis zum Einsatz. Die Funktionalitäten dieser App wurden zwischenzeitlich direkt in Google Maps integriert, so dass die nachfolgenden Schritte mittlerweile auch ohne die Installation einer App möglich sind.

Da sich Baulücken hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Potentiale voneinander unterscheiden, ist eine Unterscheidung in entsprechende Baulückenarten zu empfehlen. Im vorliegenden Fall wurde zunächst zwischen den Arten „Klassische Baulücke“ und „Geringfügig genutzte Fläche“ unterschieden (s. Abb. 22). Der entscheidende Unterschied zwischen diesen beiden Baulückenarten stellt eine, zum Zeitpunkt der Aufnahme, vorliegende (Zwischen-)Nutzung dar. „Geringfügig genutzte Flächen“ weisen zwar eine Nutzung auf, diese könnte aber theoretisch jederzeit zum Zwecke der Durchführung eines Bauvorhabens problemlos weichen. Mit beiden Baulückenarten wird somit das Bild einer brach liegenden Fläche in direkter Nachbarschaft eines bebauten Gebietes vermittelt. Beide dieser Flächenarten können – entsprechend den Zielen der Innenentwick-

lung – zur Nachverdichtung oder zur Gestaltung von Freiflächen in Betracht gezogen werden.

	Klassische Baulücke	geringfügig genutzte Fläche	Fläche mit Entwicklungspotential	Gewerbe-brache
unbebaut	✓	(✓)	✓	✓
Baurecht vorhanden	✓	✓	✗	✓
Erschließung gesichert	✓	✓	✗	✓
keine Bodenordnung notwendig	✓	✓	✗	✓

Abbildung 22: Definition von Baulückenarten anhand ihrer jeweiligen Eigenschaften [EIGENE DARSTELLUNG]

Im Vergleich zu den bereits beschriebenen Baulückenarten unterscheiden sich „Flächen mit Entwicklungspotential“ erheblich von den anderen beiden Typen: Planungsrecht liegt in diesem Fall nicht vor, noch ist die Erschließung gesichert. Es handelt sich hierbei meist um größere, zusammenhängende, unbebaute Flächen, die vom bebauten Zusammenhang gelöst sind. Ein typisches Beispiel einer solchen Entwicklungspotentialfläche ist eine Außenbereichsinsel im Innenbereich. Die sich durch andere Rahmenbedingungen hinsichtlich ihrer späteren Nutzung von den zuvor definierten Baulückenarten unterscheidenden Gewerbebrachen werden zudem gesondert betrachtet [BROSCHART ET AL. 2011A, BIWER ET AL. 2012].

Die Erstellung des Baulückenkatasters gliedert sich in die folgenden Schritte:

- Identifikation von Verdachtsfällen – Auswertung von Luftbildern
- Verifizierung vor Ort – Mobile Bestandsaufnahme
- Datenbearbeitung – Dateneingabe am GIS
- Auswertung und Analyse – Das Baulückenkataster
- Visualisierung und Kommunikation – Das Baupotentialkataster
- Fortschreibung zum Zwecke eines Monitorings



Abbildung 23: Digitalisierung einer Baulücke vor Ort [EIGENE DARSTELLUNG]

Nach der Fernerkundung per Luftbildanalyse und der Erfassung von Baupotentialverdachtsflächen und deren Markierung in der Liegenschaftskarte (ALK), gilt es diese im nächsten Schritt vor Ort zu überprüfen und weitere Zusatzinformationen aufzunehmen. Die bearbeiteten Geoinformationen werden auf ein Tablet aufgespielt, so dass diese Daten zur Kontrolle und zur Kategorisierung der Verdachtsfläche in eine der zuvor definierten Baulückenkategorien direkt vor Ort zur Verfügung stehen. Die georeferenzierte Darstellung der Daten und die gleichzeitigen Navigationsmöglichkeiten durch die Anzeige des Standortes auf

der Karte bietet entscheidende Vorteile. Zudem lassen sich die Geodaten direkt vor Ort bearbeiten und um zusätzlich aufzunehmende Attribute wie Nutzung, Aussagen zur Lage oder Besonderheiten ergänzen (s. Abb. 23). Neben der Verifizierung zuvor als Baulückenverdachtsfläche markierter Grundstücke, können zusätzliche Flächen auch direkt vor Ort durch eine Zeichenfunktion digitalisiert werden. Die Geo-Tags können zwecks der detaillierten Dokumentation um zusätzliche Medieninhalte, wie beispielsweise einem verorteten Foto der Baulücke ergänzt werden. Der Zugriff auf das integrierte GPS-Modul ermöglicht die Geo-Verortung des momentanen Standpunktes bei der Bestandsaufnahme und die auf diese Weise erfassten Daten werden direkt in die Datenbank aufgenommen, so dass diese bei der Synchronisation auf dem Büro-Rechner zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stehen [BIWER ET AL. 2012].

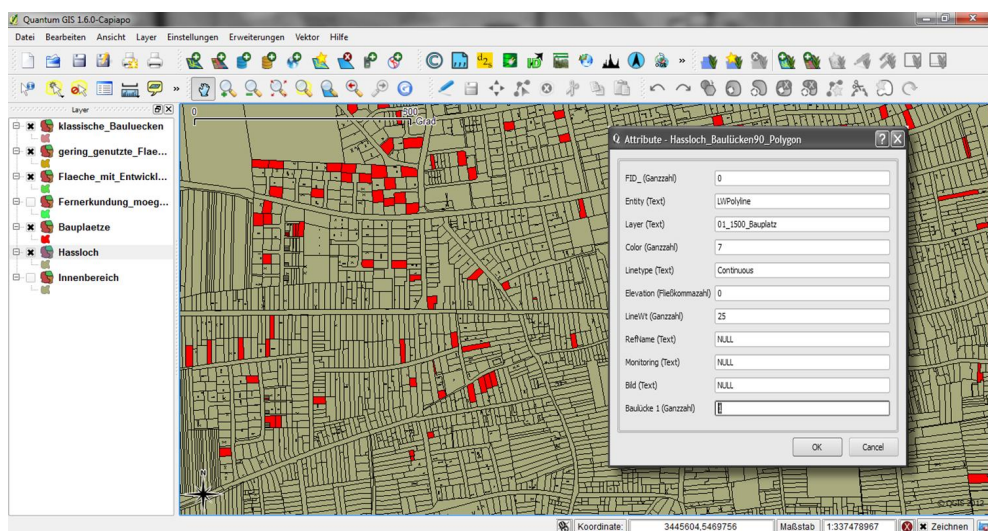


Abbildung 24: Einpflege der Baulückeninformationen ins Desktop-GIS [EIGENE DARSTELLUNG]

Die Informationen aus Grundstücks ID, Adresse, Flächengröße, Nutzung (falls vorhanden), Baulückenart, Bodenrichtwert und die etwaige Lage im Geltungsbereich eines Bebauungsplans werden im Desktop-GIS zusammengeführt (s. Abb. 24). Der Import der erfassten Attribute kann hierbei zwar direkt durchgeführt werden, allerdings können die neuen Attribute nicht automatisiert in die

bestehende Attributtabelle übernommen werden, da sie lediglich in einem unsortierten Kommentarfeld jeder Baulücke zugeordnet sind. Die Zusammenführung der beiden Datensätze muss demnach auf manuellem Wege erfolgen, was den potentiellen Zeitgewinn etwas reduziert. Die synchronisierten Daten können anschließend den im Desktop-GIS zur Verfügung stehenden Analysemöglichkeiten unterzogen und statistisch ausgewertet werden. Wird eine kontinuierliche **Fortschreibung** der Datensätze sichergestellt, kann die Momentaufnahme der Baupotentiale in ein **Flächenmonitoring** über die Zeitachse überführt werden. Hierzu ist es erforderlich zu sichern, dass Informationen bezüglich der Veränderung von Flächen zu den für die Pflege der Datensätze zuständigen Personen geleitet werden. Wird einer Fläche eine neue Nutzung in Form einer genehmigungspflichtigen Bebauung zugeführt, gelangt diese Information in Form eines Bauantrages in den Verwaltungsablauf (s. Abb. 25).

Temporäre Nutzungen die weder genehmigungs- noch anzeigepflichtig sind, können von der Verwaltung nur schwer oder gar nicht erfasst werden. Dabei ist zu klären, ob eine Zwischennutzung für die Fortschreibung eines Baupotentialkatasters überhaupt von Belang ist, sofern die Flächenverfügbarkeit hinsichtlich der Zuführung einer dauerhaften Nutzung nicht beeinträchtigt wird [ALBRY ET AL. 2011].

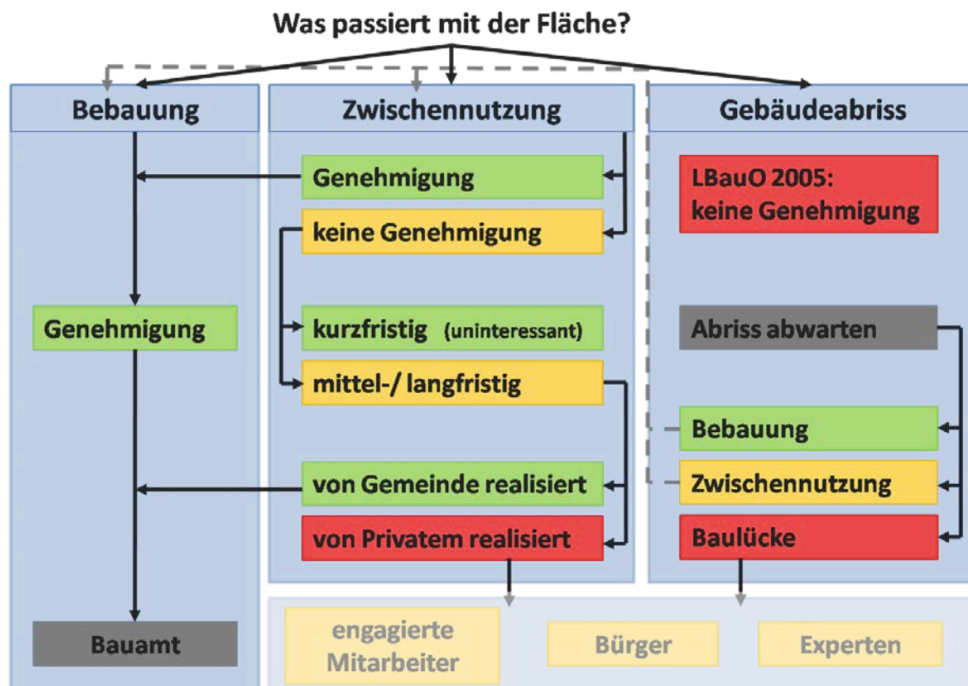


Abbildung 25: Sicherung der Fortschreibung eines Baupotentialkatasters [ALBRY ET AL. 2011]

Ein Baupotentialkataster muss seinen Mehrwert nicht ausschließlich für die verwaltungsinterne Nutzung entfalten, sondern kann Interessenten auch im Sinne eines Informationstools präsentiert werden. Bauinteressierte können auf diesem Wege vorab einschätzen, ob bei den eingetragenen Flächenpotentialen ein Grundstück vorhanden ist, das sich für die geplante Bebauung eignen könnte. Bei der Bearbeitung von Anfragen bezüglich Lage, Größe, umgebender Bebauung oder Bodenrichtwerte kann ein solches Tool die Verwaltung entlasten, da diese Informationen transparent dargestellt und für jeden abrufbar bereitgestellt werden können. Wird eine Veröffentlichung von grundstücksbezogenen Daten angedacht, so sind die Anforderungen des Datenschutzes die sich auf persönliche Rechte beziehen zwingend zu beachten. § 200 Abs. 3 des BauGB definiert hierzu die Voraussetzungen, unter denen spezifische Infos zu Grundstücken in einem Baulandkataster veröffentlicht werden dürfen. Danach darf die Gemeinde bebaubare Flächen in Karten oder Listen auf der Basis eines Lage-

plans erfassen und diese hinsichtlich Flurstücknummer, Straßennamen und Angaben zur Grundstücksgröße ergänzen. Der Grundstückseigentümer ist im Rahmen der öffentlichen Bekanntgabe einen Monat zuvor über eine geplante Veröffentlichung dieser Daten zu informieren und auf sein Widerspruchsrecht hinzuweisen. Macht der Grundstückseigentümer von seinem Widerspruchsrecht keinen Gebrauch, können die Informationen im Baulandkataster veröffentlicht werden [STÜER 2009:612].

Bei der Zielgruppe eines Baulandkatasters handelt es sich nicht zwangsläufig um Experten, sondern auch um Laien beim Gebrauch von Geoinformationssystemen. Für eine Veröffentlichung sollte demnach eine maximale Benutzerfreundlichkeit im Vordergrund stehen. Durch den Einsatz allgemein gebräuchlicher und vor allem kostenfrei zugänglicher Programme oder der Integration in eine Website, kann die Zielgruppe erreicht werden (s. Abb. 26). Als Beispiel können hierzu auf Basis von Google Maps oder OpenStreetMap aufgesetzte digitale Karten oder auch **virtuelle Globen** wie Google Earth genannt werden [HÖFFKEN 2011].

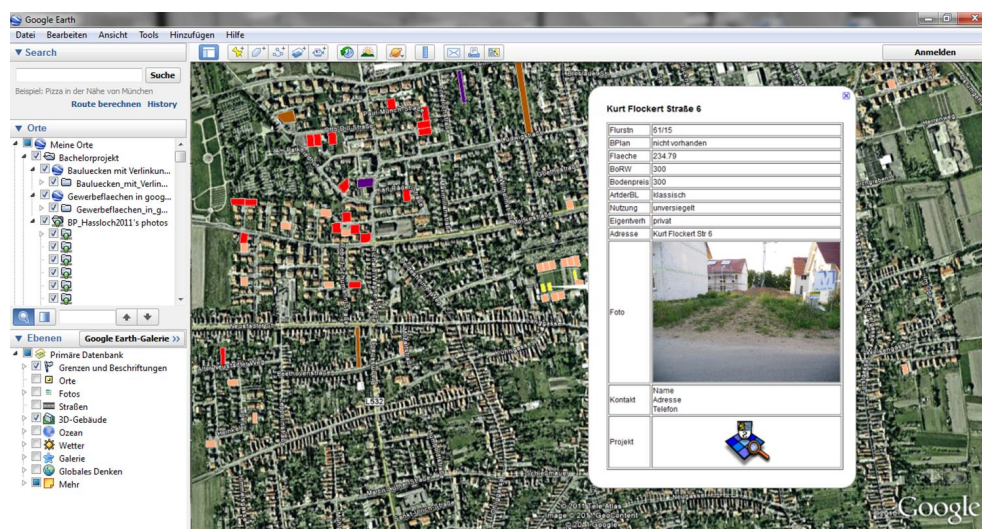


Abbildung 26: Beispiel für die Bereitstellung von Baupotential-Informationen mittels Google Earth [EIGENE DARSTELLUNG]

Das beschriebene Prinzip zur Erstellung und Fortschreibung eines Flächenkatasters kann auf alle flächenhaften Inhalte ausgerichtet werden. Im Rahmen des Monitorings durchzuführender Ausgleichsmaßnahmen ist die Führung eines Ausgleichsflächenkatasters denkbar. Da für die Ausgleichsmaßnahmen eine Dokumentation über eine Zeitachse mit entsprechendem Stand der Umsetzung und Erfolgskontrolle zu führen ist, ist hier eine regelmäßige Kontrolle und Aktualisierung des Datensatzes von essentieller Bedeutung.

3.1.4 Zwischenfazit

Im Rahmen der drei vorangestellten Kapiteln wurde die Kartierung von punkt-, linien- und flächenhaften Informationen erläutert. Entsprechend ihrer jeweiligen geometrischen Eigenschaften eignen sich die unterschiedlichen Elemente zur Erfassung bestimmter Strukturdaten. Durch die Verknüpfung der geometrischen Informationen mit Geokoordinaten werden diese verortet und räumliche darstellbar.

Vorausgesetzt dass sie in georeferenzierter Form vorliegen, können Punkte als einfachste geometrische Form bereits Rückschlüsse zu räumlichen Sachlagen ermöglichen. Als Beispiele seien hier die Kartierung des Vorkommens bestimmter Tierarten oder die Verortung städtebaulicher Strukturdaten wie Leerstände oder Barrieren zu nennen.

Die Erfassung linienhafter Informationen kann Rückschlüsse zu Mobilitätsfragen geben. Einerseits können aus der Bereitstellung von, im Rahmen sportlicher Aktivitäten erfassten, Datensätze Aussagen zu hochfrequentierten Lauf- und Radfahrstrecken abgeleitet werden, andererseits können hieraus auch Defizite wie lückenhafte Streckennetze analysiert werden.

Die Aufnahme und Beobachtung flächenbezogener Strukturdaten als Katasterinformationen gehört zu den klassischen Aufgabenbereichen der Stadt- und Umweltplanung. Neben der Kartierung von Baupotentialen und Baulücken zum

Erreichen der Ziele des städtebaulichen Grundsatzes „Innenentwicklung vor Außenentwicklung“ stellt auch der Bereich der Dokumentation von Ausgleichsflächen einen typischen Anwendungsfall für die Führung eines Katasterdatensatzes dar.

Die Ergänzung der georeferenzierten Geometriedaten um zusätzliche Sachinformationen im Rahmen einer Attributierung erweitert deren spätere Analyse-möglichkeiten und ermöglicht die Erstellung entsprechender Themenkarten. Die Durchführung verschiedener GIS-Analysen setzt die räumlich verorteten Informationen zueinander in Bezug und generiert einen planerischen Mehrwert hinsichtlich der daraus ableitbaren Aussagen.

Die Bereitstellung einer Plattform zur Erfassung bestimmter räumlicher Phänomene kann einerseits von einer Behörde ausgehen, andererseits aber auch durch eine soziale Gruppe selbst initiiert und organisiert werden um die darin behandelten Themen zu platzieren und sich Gehör zu verschaffen. Georeferenzierter und damit räumlich aussagekräftiger **User Generated Content (UGC)** wird zukünftig für die räumliche Planung von zunehmender Bedeutung sein um der wachsenden planerischen Themenkomplexität überhaupt gerecht zu werden und abwägungsrelevante Inhalte nicht zu vernachlässigen.

Die kontinuierliche Erfassung raumrelevanter Informationen ermöglicht erst das Monitoring räumlicher Phänomene über eine Zeitachse. Die bei der Erfassung beteiligte Menschenmenge ist für die Sicherung der Aktualisierung der Daten ebenso wichtig wie für deren Richtigkeit: Die vielzitierte „Weisheit der Vielen“ sorgt für die Selbstberichtigung des Monitoringsystems.

Neben den Potentialen für die räumliche Planung müssen aber auch die mit dem Einsatz solcher Systeme einhergehenden Problematiken des Datenschutzes behandelt werden. Für personenbezogene Daten und deren Bereitstellung zum Zwecke des Einsatzes in der räumlichen Planung muss ein Datenbewusstsein in der Bevölkerung geschaffen werden.

3.2 Sensorbasiertes Raummonitoring

Allgemein betrachtet stehen die Potentiale und die Funktionalität des Geowebs in einer direkten Abhängigkeit von den verfügbaren und zum Einsatz gebrachten Sensoren. Je nach zu beobachtendem Phänomen werden die entsprechenden Techniken aus der in Kapitel 2.5 erläuterten Systematik der Sinnessensorik ausgewählt und im Beobachtungsraum eingesetzt. Zur Realisierung der Verortung der erfassten Informationen werden die von den Sinnessensoren aufgezeichneten Daten mit denen der als Basissensorik bezeichneten Ortungssensoren (Lage, Höhe und Richtungssensoren) kombiniert. Die Datenerfassung mit Sensoren kann dabei allgemein in nicht-mobile und mobile Sensoren, Nah- und Fernsensoren, sowie in objektive und subjektive Sensoren klassifiziert werden und ist je nach Monitoringaufgabe und dem dafür notwendigen zu entwickelnden Monitoringsystem vorab auszuwählen. In den nachfolgenden Abschnitten wird der Bereich der Raumsensorik und des Monitorings in drei Bereiche näher behandelt:

- Mit dem „**UAS-Einsatz in der räumlichen Planung**“ wird zunächst auf einen Spezialfall der Aufnahme visueller Informationen verwendete Bildsensorik erläutert und auf die damit verbundenen, potentiellen Anwendungsfälle eingegangen.
- Der darauf folgende Abschnitt „**Sensornetzwerke im Raum**“ behandelt die Potentiale der Ausstattung des Raumes mit Sensorik zur Beobachtung der sich darin abspielenden räumlichen Phänomene und den damit einhergehenden Themengebieten der Datenregionalisierung und Geostatistik, bei denen aus den punktuell erfassten Sensormessdaten flächenhafte Aussagen abgeleitet werden sollen.
- Der dritte Abschnitt „**Menschen als Sensoren im Raum**“ rückt dagegen den, mit mobiler Sensorik ausgestatteten, Menschen selbst in den Betrachtungsfokus der Erfassung und Analyse räumlicher Informationen. Dieser Bereich spielt sich dabei im Spannungsfeld subjektiver Empfindungen und objektiver Messungen von Raumeindrücken ab.

Die Erfassung und anschließender Analyse von raumsensorischen Daten setzt die zuverige Entwicklung eines auf das zu beobachtende Raumphänomen maßgeschneiderten Monitoring-Systems voraus und kann in solche von deduktiver und induktiver Art unterschieden werden [STREICH 2011:189]. Während sich das deduktive Monitoring mit Zeitreihenanalysen in kontinuierlicher Form und nach zuvor festgesetztem Ablauf vergleichen lässt, bei der die gesammelten Daten nach deren Auswertung zu einer Aussage zusammengefasst werden, beobachten beim Ansatz des induktiven Monitorings Einzelpersonen bewusst oder unbewusst gleiche räumliche Phänomene und stellen die dabei erfassten Informationen in eigens organisierten Kanälen bereit [STREICH, ZEILE 2012]. Durch die Verbreitung des Smartphones und mit sonstiger, mobiler Sensorik ausgestatteter Menschen wird die Vision des **Ubiquitous Computings** [WEISER 1991] Realität, das Sensornetzwerk nicht mehr zwangsläufig statisch, sondern zu einem dynamischen System [EXNER ET AL. 2012] in dem sich Themen des Urban Sensings [CAMBELL 2006, LANE ET AL. 2008] behandeln und untersuchen lassen. Die Sensoren werden durch den Menschen an diejenigen Orte getragen, an denen „sich das Leben abspielt“ [WETTER 2009:6] und auf Crowdsourcing-Verfahren basierende Monitoring-Ansätze setzen auf die „Weisheit der Massen“ um den Menschen als „eigenständiges System aus Messfühlern“ [ZEILE ET AL. 2009] im Raum einzusetzen. Damit lassen sich auch Themen des **Grassroot Sensings** [COBOURN 2004, BURKE ET AL 2006] oder des **Participatory Sensings** [BURKE ET AL. 2006] umsetzen, bei denen der Fokus auf Phänomene aus dem persönlichen, sozialen oder dem urbanen Bereich liegt.

3.2.1 UAS-Einsatz in der räumlichen Planung

Bei jeder Bestandsaufnahme kommen Kameras zum Einsatz um bestimmte Szenen festzuhalten, später auswerten und gemeinsam diskutieren zu können. Mit der zunehmenden Verbreitung von mit Kameras ausgestatteter Multikopter-technik, umgangssprachlich auch „Drohnen“ genannt, bekommt die auf

Bildsensorik basierende Bestandsaufnahme eine neue Dimension: Durch den Einsatz von **unbemannten Luftfahrtsystemen (kurz: UAS)** mit Kameraausstattung können Perspektiven bei der Aufnahme von städtebaulichen und umweltsituationen erkundet werden, die zuvor nicht oder nur umständlich dokumentiert werden konnten [WUNDSAM 2012:32FF]. Der Einsatz von UAS wird zunehmend vielfältiger und vielschichtiger, weshalb dieses Kapitel den Fokus auf die Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologie im Bereich der Stadt- und Umweltplanung setzt. Ein wesentliches Einsatzgebiet stellt hierbei der Bereich des Monitorings dar: Durch wiederholte Befliegung und Aufnahmen werden räumliche Phänomene über eine Zeitschiene beobachtet, Veränderungen analysiert und daraus planerische Konsequenzen abgeleitet. Insbesondere aufgrund einer sich fortlaufend ändernden Rechtslage gilt es beim UAS-Einsatz auf dem Laufenden zu bleiben, um die jeweilige Rechtslage einschätzen zu können und beim UAS-Einsatz keine Rechtsvorschriften zu verletzen.

Zur Beurteilung der aktuellen Rechtslage in Deutschland müssen zunächst die Bedingungen eines Drohnenstartes untersucht werden. Hinter dem lediglich in der Umgangssprache verwendeten Begriff der „Drohne“ verbergen sich gleich mehrere Luftfahrtsystemklassen, die rechtlich unterschiedlich einzuschätzen sind. Der Gesetzgeber verwendet hierzu die beiden Begriffe „Flugmodell“ und „unbemanntes Luftfahrtsystem“. Für unbemannte Luftfahrtsysteme hat sich im englischsprachigen und generell im internationalen Raum der Begriff UAS für „unmanned aerial system“ etabliert. Die Unterscheidung zwischen Flugmodell und unbemanntem Luftfahrtsystem erfolgt zunächst nach dem Einsatzzweck und Gewicht des Fluggerätes. Das in § 1 Abs. 2 S.1 Nr. 9 LuftVG definierte Flugmodell darf lediglich zur privaten Sport- und Freizeitgestaltung eingesetzt werden und das Abfluggewicht darf die Grenze von 5 kg nicht überschreiten [DFS 2017]. Zur Klasse der unbemannten Luftfahrtsysteme im Sinne des § 1 Abs. 2 S. 3 LuftVG wird das Fluggerät dann eingeschätzt, wenn es sich bei dem Einsatz um einen solchen mit sonstigem Zweck handelt oder die Gewichtsbeschränkung von Flugmodellen überschritten, das auf 25 kg festgesetzte maximale Abfluggewicht der unbemannten Luftfahrtgeräte unterschritten wird. Die an das Fluggeräte angebrachte Kamera, respektive die Nutzung des damit aufgenommenen

Foto- und Videomaterialien spielt eine entscheidende Rolle für die Unterscheidung zwischen den Drohnenklassen: Werden die Aufnahmen mit dem Ziel einer späteren Veröffentlichung oder Verkauf getätigt, handelt es sich nicht mehr um einen Einsatz zum privaten Sport- und Freizeitzweck, sondern um einen als sonstigen Einsatz einzuschätzenden Betrieb. Auch wenn das Fluggerät nach der Einschätzung des Abfluggewichtes als Flugmodell gelten könnte, wird es aufgrund des Einsatzzweckes der Kategorie der unbemannten Luftfahrtgeräte zugeteilt. Ebenso gilt der wissenschaftliche Einsatz als eine sonstige Nutzung gesehen, bei dem eingesetzten Fluggerät handelt es sich demnach um ein UAS [DFS 2017].



Abbildung 27: Mikrokopter XL und DJI Phantom 3 im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]

Der Betrieb eines Flugmodells bis 5 kg Abfluggewicht im unkontrollierten Luftraum bedarf keiner Aufstiegserlaubnis, soweit das nächste Wohngebiet weiter als 1,5 km entfernt ist und stellt den einfachsten Fall zum Start dar.

Die notwendige Aufstiegserlaubnis für unbemannte Luftfahrtgeräte kann mit allgemeiner Aufstiegserlaubnis und Einzelaufstiegserlaubnis wiederum in zwei

Arten unterschieden werden. Die allgemeine Aufstiegserlaubnis kann mit Ausnahme in den Bundesländern Baden-Württemberg, Berlin, Bremen, Hamburg und Rheinland-Pfalz beantragt werden und eine Gültigkeit von bis zu 2 Jahren besitzen. Der Antrag auf Erteilung muss hierzu schriftlich bei der jeweilig zuständigen Landesbehörde gestellt werden [BMVBS 2013].

In den, mit Berlin/Schönefeld, Berlin-Tegel, Bremen, Düsseldorf, Dresden, Erfurt, Frankfurt/Main, Hamburg, Hannover, Köln/Bonn, Leipzig/Halle, München, Münster/Osnabrück, Nürnberg, Saarbrücken und Stuttgart, 16 von der DFS betreuten Kontrollzonen Deutschlands gilt die Aufstiegsfreigabe unter Voraussetzung der nachfolgend aus den Nachrichten für Luftfahrer (NfL 1-437-15) aufgeführten Bedingungen generell als erteilt [DFS 2017]:

- Mindestabstand zur Flugplatzbegrenzung: 1,5 km
- Flugbetrieb nur in direkter Sichtweite des Steuerers
- Luftraum ist ständig vom Steuerer (oder einer zweiten, direkt mit dem Steuerer in Kontakt stehenden, Person) zu beobachten
- Bemanntem Flugverkehr ist stets auszuweichen (vorrangig durch Flughöhenreduzierung oder Landung)
- Außer Kontrolle geratene Flugmodelle oder ULS sind unverzüglich bei der Flugverkehrskontrollstelle melden
- Flugmodelle: 5 kg Maximalgewicht und 30 m Maximalflughöhe
- UAS: 25 kg Maximalgewicht und 50 m Maximalflughöhe.

Die „direkte Sichtweite des Steuerers“ wird hierbei als Begrifflichkeit negativ abgegrenzt: Nach § 15a Abs. 3 S. 2 LuftVO ist die Sichtbeziehung nicht gegeben, „wenn das Luftfahrtgerät (für den Steuerer) ohne besondere optische Hilfsmittel nicht mehr zu sehen oder eindeutig zu erkennen ist.“ Zu den erwähnten optischen Hilfsmitteln zählt der Gesetzgeber „Ferngläser, On-Board Kameras, Nachtsichtgeräte oder ähnliche technische Hilfsmittel.“ Damit schließt der Gesetzgeber auch den Einsatz von **First-Person-View (FPV-) Brillen** zunächst aus, da hiermit keine direkte Sichtbeziehung von Steuerer zur Drohne möglich ist. Der Einsatz solcher Brillen ist jedoch nicht grundsätzlich ausgeschlossen: Steht eine weitere Person in ständigem, direktem Kontakt mit dem Steuerer und übt die

Beobachtung des Umfeldes bei direkter Sichtbeziehung zur Drohne aus, kann der Pilot mit einer FPV-Brille ausgestattet fliegen.

Ist die Zuordnung der Fluggerät Klasse geklärt, muss der Drohnenpilot im nächsten Schritt das geplante Einsatzgebiet inspizieren und herausfinden, ob es sich dabei um einen kontrollierten oder unkontrollierten Luftraum handelt. Mit der am 07. April 2017 in Kraft getretenen Änderung des LuftVG hat sich die Antragstellung für den Betrieb von Flugmodellen und UAS außerhalb von Modellfluggeländen etwas angeglichen.

Um ein Flugmodell im kontrollierten oder ein UAS im kontrollierten oder unkontrollierten Luftraum zu starten, wird die vorige Einholung und Erteilung einer Flugverkehrskontrollfreigabe vorausgesetzt. Die Flugverkehrskontrollfreigabe im kontrollierten Luftraum muss vom Piloten je nach Aufstiegsort telefonisch oder schriftlich bei der zuständigen Flugverkehrskontrollstelle eingeholt werden. Durch das Ausfüllen eines Kontaktformulars bei der deutschen Flugsicherung (DFS) wird die Anfrage an die zuständige Flugverkehrskontrollstelle weitergeleitet und dort bearbeitet. Die Erteilung der Freigabe erfolgt dann in der Regel unter der Auflage, dass sich der Pilot 10 Minuten vor Start beim Tower telefonisch oder per Funk melden und nach Beendigung seiner Nutzung des kontrollierten Luftraumes wieder auf diesem Wege abmelden muss.

Auch wenn es sich nicht um die technische Limitierung des Fluggerätes handelt, wird die Flughöhe allgemein auf 100 Meter begrenzt. Wird eine Flughöhe von mehr als 100 Metern angestrebt, handelt es sich mit der „Überflugerlaubnis“ um ein anderes Antragsverfahren.

Naturschutzgebiete, Nationalparks, FFH-Gebiete und EU-Vogelschutzgebiete dürfen nicht überflogen werden, sofern keine Genehmigung oder Befreiung vorliegt. Landschaftsschutzgebiete dürfen überflogen werden, ob aber auch der Start- und der Landevorgang im Landschaftsschutzgebiet erlaubt oder genehmigungspflichtig ist, ist von der jeweiligen Verordnung abhängig. Die Änderung des LuftVG von 2017 setzt zudem grundsätzliche Flugverbote bei besonderen Anlagen und Verkehrswegen fest, zu denen zusätzlich ein seitlicher Abstand von 100 m einzuhalten ist. Hierzu gehören: „Industrieanlagen, Justizvollzugsanstalten, Einrichtungen des Maßregelvollzuges, militärische Anlagen und Organisati-

onen, Anlagen der Energieerzeugung und –verteilung, Einrichtungen, bei denen erlaubnisbedürftige Tätigkeiten der Schutzstufe 4 nach der Biostoffverordnung ausgeübt werden, Grundstücke auf denen Verfassungsorgane von Bund und Ländern oder oberste und obere Bundes- und Landesbehörden oder diplomatische und konsularische Vertretungen, internationale Organisationen im Sinne des Völkerrechts ihren Sitz haben, Liegenschaften der Polizei, und anderen Sicherheitsbehörden, Bundesfernstraßen, Bundeswasserstraßen und Bahnanlagen [SONNENSCHNEIN 2017]“. Ein Flug über und mit seitlichem Sicherheitsabstand von 100 m ist zudem in den Bereichen von „Unglücksorten, Katastrophengebieten, Einsatzorten von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, mobilen Einrichtungen und Truppen der Bundeswehr im Rahmen angemeldeter Manöver und Übungen, und Krankenhäusern [SONNENSCHNEIN 2017]“ verboten, sollte keine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Landesluftfahrtbehörde erteilt worden sein.

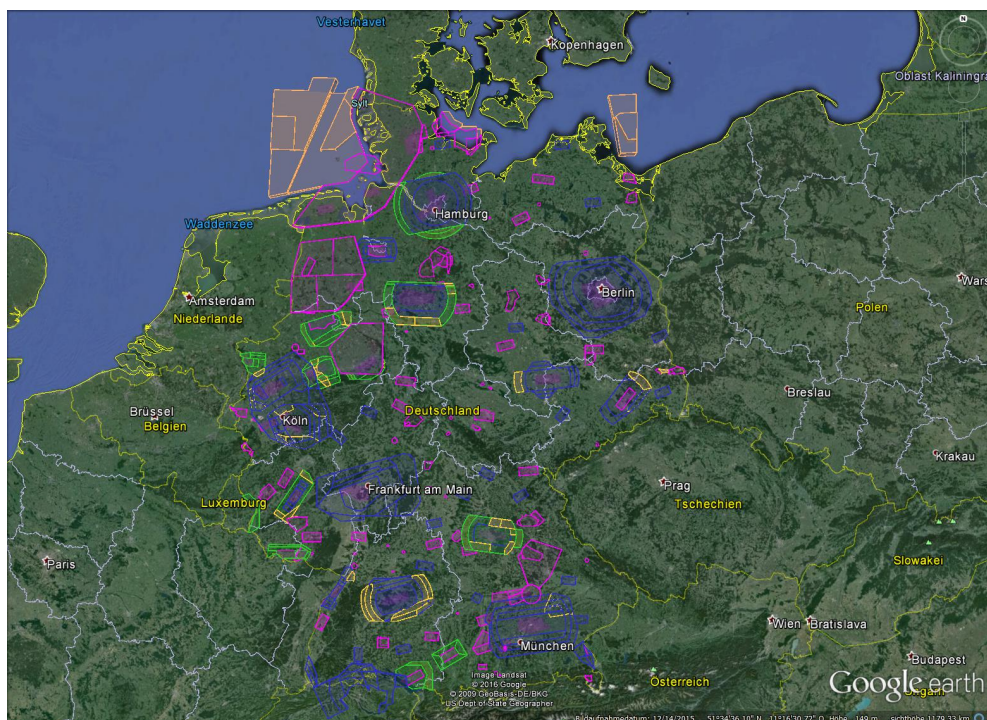


Abbildung 28: Kontrollierte Lufträume in Deutschland [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von SKYFOOL 2016 auf Basis von GOOGLE EARTH 2017]

Ein Drohnenflug über Menschenansammlung ist mit dem LuftVG 2017 nicht mehr erlaubnispflichtig, sondern nun generell verboten. Auch in diesem Fall ist zusätzlich ein seitlicher Sicherheitsabstand von 100 m einzuhalten.

Darüberhinaus ist zu beachten, dass der Flugbetrieb gemäß SERA-DVO 923/2012 nur unter Sichtwetterbedingungen erlaubt ist, von der DFS an den Steuerer keine Verkehrsinformationen anderer Luftverkehrsteilnehmer übermittelt und nachts der Flugbetrieb nur dann durchgeführt werden darf, wenn das Fluggerät mit einer Beleuchtung nach Anlage 1 der LuftVO ausgerüstet ist und für unbemannte Luftfahrtgeräte zusätzlich die in den Nachrichten für Luftfahrer veröffentlichten Bedingungen NfL I 281/13 einzuhalten sind. Zudem ist jede Art von Nachtflügen mit der Änderung des LuftVG vom 07. April 2017 erlaubnispflichtig [DFS 2017].

Regelungen zu Datenschutz-, Urheber- sowie Persönlichkeitsrechten bleiben bei der Erteilung einer Aufstiegserlaubnis unangetastet und sind neben den oben aufgeführten Bestimmungen zusätzlich zu beachten und einzuhalten. Das Eindringen in den Bereich der privaten Lebensgestaltung Dritter mit Hilfe des UAS ist somit nicht gestattet [BMVBS 2013]. Vom Grundstückseigentümer oder Nutzungsberechtigten des Start- und Landegrundstücks, sowie sämtlicher Grundstücke die während des Einsatzes überflogen werden, sind deshalb Einverständniserklärungen zum Start, Landung oder Überflug mündlich oder schriftlich einzuholen. Mit der Änderung des LuftVG gilt diese Regelung nun auch für Flüge im Außenbereich [DFS 2017].

Grundsätzlich darf jeder eine Drohne fliegen, der körperlich und geistig dazu in der Lage ist, jedoch reicht die normale Haftpflichtversicherung nicht aus, um etwaige Schäden infolge des Drohneneinsatzes abzudecken. Hierzu ist der Abschluss einer Haftpflichtzusatzversicherung notwendig. Mit dem Eintritt in den Deutschen Modellflugverband (DMFV) wird automatisch eine solche Zusatzversicherung, welche Flüge mit UAS bis 25 kg auf Modellflugplätzen und Flüge mit Flugmodellen bis 1 kg außerhalb von Modellflugplätzen ermöglicht, mit abgeschlossen. Da aber bereits die meisten Drohnen aus dem Consumer-Bereich mit Kamera und Gimbal ausgestattet sind, wird diese Gewichtsgrenze schnell überschritten und für den Einsatz außerhalb von Modellflugplätzen weitere Zusatz-

pakete zur abgeschlossenen Haftpflichtzusatzversicherung gebucht werden [DMFV 2017].

Um im Falle eines Vergehens oder Absturzes nachvollziehen zu können, welchem Piloten das Flugmodell oder UAS zuzuordnen ist, sind nun sämtliche Drohnen ab einer Startmasse von 250 g an sichtbarer Stelle mit Namen und Anschrift in dauerhafter und feuerfester Beschriftung zu kennzeichnen. Die Grenze zur Kennzeichnungspflicht lag bis dato bei 5 kg.

Bevor auf die Einsatzpotentiale von UAS in der Stadt- und Umweltplanung dargestellt werden, wird nachfolgend zunächst auf deren technische Eigenschaften eingegangen und aktuelle Modelle gegenübergestellt:







						
GEWICHT	1216 g (ges.)	1380 g (ges.)	743 g (ges.)	1006 g (UAS)	3290 g (UAS)	3350 g (UAS)
KAMERA Sensor Brennweite Blende Video	1/2,3" 12 MP CMOS 20mm F2,8 2,7 bis 4K- Video@30fps	1/2,3" 12,4 MP CMOS 20mm F2,8 4K- Video@30fps	1/2,3" 12,35 MP CMOS 28mm F2,8 4K- Video@30fps	1/2,3" 12 MP CMOS 14mm F2,8 4K- Video@30fps (GoPro Hero 5)	wechselbar 4/3" 20,8 MP CMOS 9-45mm F1,7-F5,6 5,2K- Video@30fps	wechselbar Systemkameras oder Spiegelreflexka- meras bis 4000 g (Nutzlast)
TRACKING	GPS Kompass Barometer	GPS GLONASS Kompass Barometer Ultraschall Opt. Hindernis- erkennung	GPS GLONASS Kompass Barometer Ultraschall Opt. Hindernis- erkennung	GPS Kompass Barometer	GPS GLONASS Kompass Barometer Ultraschall Opt. Hindernis- erkennung	GPS GLONASS Kompass Barometer

Abbildung 29: Aktuelle UAS-Modelle und ihre sensorischen Eigenschaften im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]

Die Möglichkeiten des Einblicks in neue Perspektiven durch den UAS-Einsatz bieten vielseitige Einsatzpotentiale. Bei der Grundlagenermittlung zu beplanender Flächen können einerseits kleinteilige Luftbilder (s. Abb. 30) erstellt werden, andererseits können bei gekippter Kamera erfolgte Aufnahmen zur Einschätzung von Höhenentwicklung des umgebenden Gebietes herangezogen werden oder die Grundlage zur späteren Einpassung des virtuellen Modelles der Planung liefern.



Abbildung 30: Pfad zur UAS-gestützten Luftbildaufnahme [EIGENE DARSTELLUNG]

Sich durch den Bau ergebende, zukünftige Sichtbeziehungen können vorab simuliert werden: Egal ob es sich dabei um den Skywalk eines Hotels oder die Sichtbeziehungen aus einer Seilbahnkabine handelt, im Gegensatz zu früheren Jahren muss für diese Analyse kein Gerüst gestellt oder ein Leiterwagen eingesetzt werden. Bei sich im Bau befindenden Gebäuden, bietet der Drohneneinsatz Potential zur Baufortschrittsdokumentation und bei bestehenden Bauwerken kann durch die Befliegung per UAS deren momentaner Zustand kontrolliert werden. Insbesondere bei wartungsintensiven Bauwerken, wie Brücken oder Türme, die regelmäßig kontrolliert werden müssen, muss sich ein Arbeiter zur Erstsichtung nicht mehr abseilen oder auf ein Gerüst begeben. Die Ersteinschätzung kann hierzu per UAS-Befliegung erfolgen und anschließend das weitere Vorgehen anhand der dabei entstandenen Aufnahmen diskutiert und entschieden werden. Als Beispiel eines solchen Monitoring-Projektes kann an dieser Stelle das INTERREG IV-A-Projekt „CURE MODERN“ genannt werden, welches in der Region Saarland-Lothringen-Westpfalz durchgeführt wurde und die Inspektion von Brücken, Kirchen und Schlössern in den Fokus der eingesetzten zerstörungs-

freien Prüfverfahren rückte. Bei diesem Projekt kam zur Befliegung der Bauwerke unter anderem ein Mikrokoopter des Typs Okto XL [MIKROKOPTER 2017] zum Einsatz [CURE MODERN 2013, EXNER ET AL. 2013 und EXNER ET AL. 2014]. Die Verrechnung der während einer Befliegung entstandenen Fotos macht die UAS-Befliegung insbesondere für das Vermessungswesen attraktiv. Neben kleinteiligen Luftbildern können hierbei durch **photogrammetrische Berechnungen** auch 3D-Modelle generiert werden (s. Abb. 31).

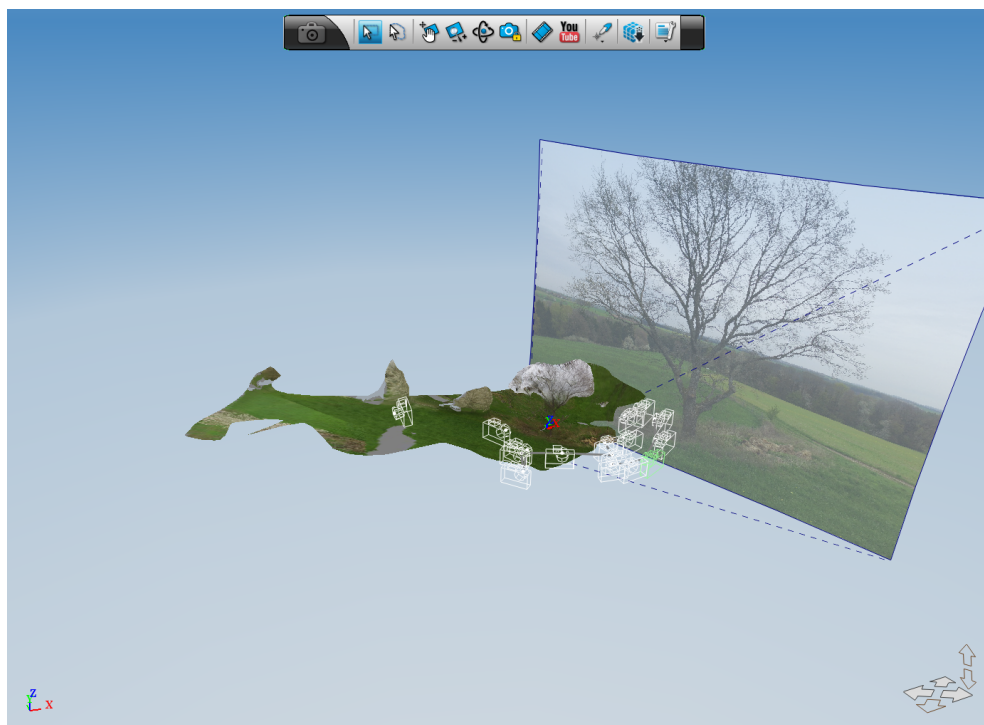


Abbildung 31: Photogrammetrische Verrechnung von Einzelaufnahmen zur Generierung einer 3D-Szenerie [EIGENE DARSTELLUNG]

Durch die Ausstattung mit zusätzlichen Sensoren, wie beispielsweise aus dem Bereich der Klimaforschung, kann das UAS zu einem Multisensor für das Monitoring einzelner Klimaphänomene fortentwickelt werden [ALLBACH, LEINER 2016]. Mit Infrarot-Kamera ausgestattete UAS können auch beim Monitoring bestimmter Tierarten eingesetzt werden, die sich mit bloßem Auge oft nur schwer erken-

nen lassen. An der Queensland University of Technology (QUT) haben Forscher ein UAS mit Infrarot-Kamera bestückt und eine Software entwickelt, welche die **IR-Aufnahmen** in Echtzeit auswertet und so die Signatur der abgestrahlten Körpertemperatur von Koalas zwecks deren quantitativen Erhebung erkennt. Zählungen der nahezu den ganzen Tag auf Eukalyptusbäumen lebenden Tiere können so bequem vom Boden aus erfolgen [VAN VONDEREN 2015, QUT 2016].



Abbildung 32: Automatisierte Erkennung von Koalas mit Hilfe einer Infrarotkamera ausgestatteten UAS [QUT 2016]

Aktuelle UAS-Modelle werden zunehmend mit, den Piloten unterstützenden, Systemen ausgestattet. Neben Erleichterungen bei Start- und Landevorgängen, sowie Assistenzsystemen während des Fluges wie beispielsweise einer automatischen Hinderniserkennung und eventuell gar Umfliegung, kann sich der Pilot neben der Gewährleistung eines sicheren Fluges auf seine zusätzliche Aufgabe der Durchführung von Foto- und Videoaufnahmen widmen. Bei einem Autostart begibt sich das UAS zunächst in einen sicheren Schwebeflug auf geringer Höhe über dem Boden, bevor der Pilot manuell übernimmt und das UAS zu seinem Aufnahmeziel steuert. Lässt der Pilot während des Fluges die Steuerknüppel los,

begibt sich der Multikopter an jeweiligem Ort und Stelle in einen Schwebeflug und hält Position und Höhe. Die Geo-Position des Startpunktes wird zudem gespeichert, so dass ein automatischer Rückflug möglich ist. Hierbei ist jedoch zu beachten, ob es sich bei dem eingesetzten UAS um ein solches mit oder ohne Hinderniserkennung handelt. Der automatische Rückflug kann z.B. dann genutzt werden, wenn der Akkustand des UAS dem Ende neigt und die verbleibende Energie für die Rückkehr zum Startpunkt eingesetzt werden soll. Generell dürfen **GPS-Betriebsmodi**, zu denen der automatische Rückflug auch zählt, nur dann eingesetzt werden, wenn der Steuerer jederzeit eingreifen kann und die manuelle Steuerung des UAS übernehmen kann. Aus den verfügbaren GPS-Betriebsmodi können verschiedene Einsatzpotentiale abgeleitet werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt aktuell verfügbare GPS-Betriebsmodi von DJI-Multikoptern:

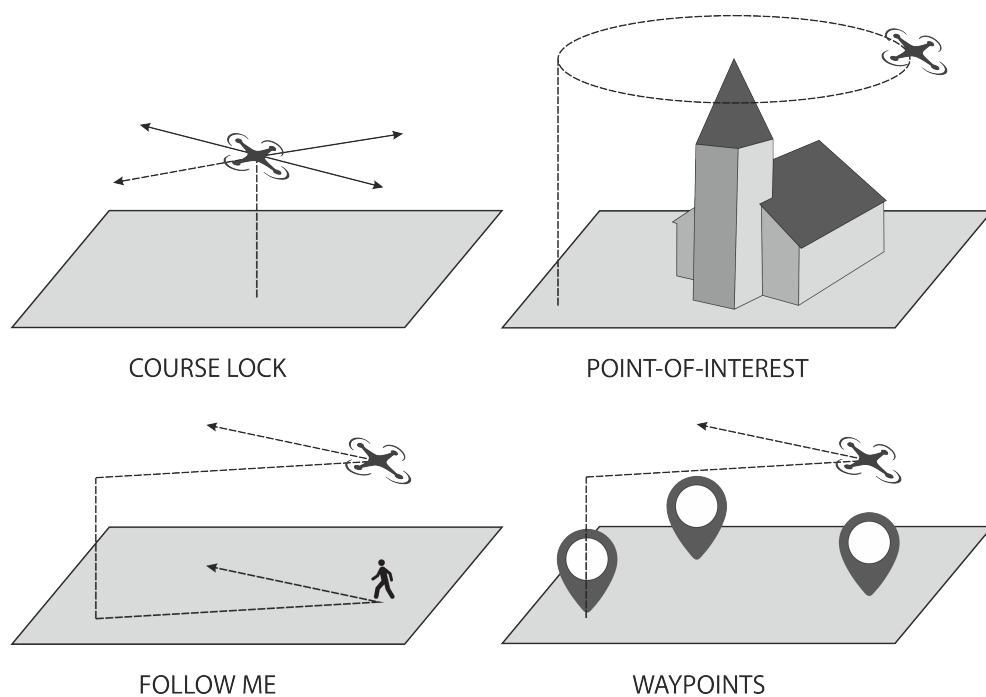


Abbildung 33: GPS-Betriebsmodi von DJI-Multikoptern [EIGENE DARSTELLUNG]

- **Course Lock:** Dieser Modus ermöglicht die Einschränkung der Flugroute entlang einer Achse. Das UAS kann unabhängig davon ausgerichtet werden, so dass Aufnahmen entlang oder im rechtwinklig zur Flugrichtung gemacht werden können.
- **Home Lock:** Diese Funktion stellt eine Variante der „Course Lock“-Einstellung dar. Nachdem der Pilot das UAS an einen Punkt gesteuert hat, kann es automatisch auf den Startpunkt zurückbewegt und dabei auf diesen ausgerichtet werden.
- **Follow Me:** Beim Folgemodus wird der Steuerer entweder optisch oder aufgrund der gekoppelten Fernbedienung fixiert. Nach Angaben zu Flughöhe und einzuhaltendem Abstand, folgt das UAS dem Steuerer entsprechend dieser Einstellungen, sobald er seine Position verändert.
- **Point-of-Interest (POI):** Bei diesem Modus wird ein Punkt durch einmaliges Anfliegen als Mittelpunkt gesetzt. Nach Einstellungen der Angaben zu Radius und Höhe, kann das UAS automatisch um den POI zirkulieren und richtet den Fokus dabei, je nach Eingabe, entlang der Flugroute oder kontinuierlich angepasst auf den Kreismittelpunkt aus.
- **Waypoints:** Bei diesem Betriebsmodus kann eine Route anhand zuvor definierter Geo-Punkte definiert werden. Das Setzen erfolgt je nach eingesetztem UAS und zugehöriger Software entweder durch zunächst durchzuführendes manuelles Anfliegen (vor allem bei Geräten ohne Hinderniserkennung) oder durch die zuvorige Definition einer Geo-Route die auf das UAS übertragen werden kann. Die erstellte und abgespeicherte Route kann anschließend beliebig oft abgeflogen werden.

Mit massiven Waldrodungsarbeiten werden die Lebensräume vieler Arten irreversibel zerstört. Um gegen die durch die australische Industrie vorangetriebenen Rodungsarbeiten vorzugehen, wählt die Tierschutzorganisation „The Wil-

derness Society“ mit dem Projekt „Sky Scout“ (s. Abb. 34) einen subversiven Ansatz: Sie fordert, sich dem Naturschutz verschriebene, UAS-Besitzer auf, ihre Drohnen als „fliegendes Auge“ einzusetzen um damit die Rodungsarbeiten zu dokumentieren. Durch die Bereitstellung der Foto- und Filmdateien und die Diskussion in sozialen Medien zielt „The Wilderness Society“ darauf ab, die Rodung von australischen Wäldern in das Bewusstsein der Bevölkerung zu bringen, diese zu mobilisieren und eine Änderung der, zum Vorteil der Industrie ausgelegten, Gesetze zu bewirken [SKY SCOUT 2017].

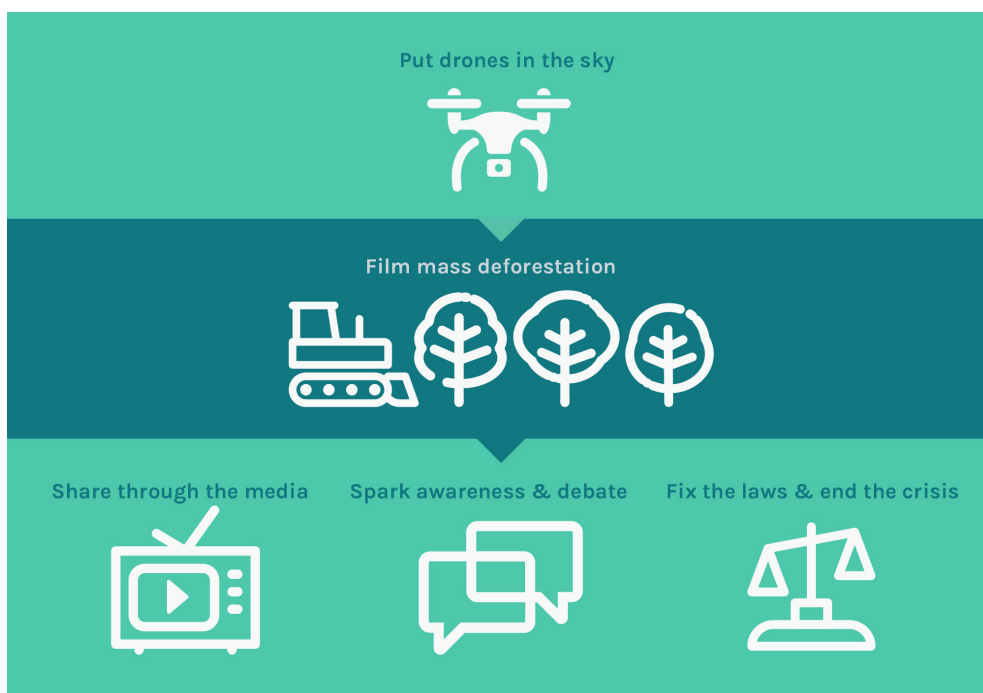


Abbildung 34: Der unter dem Motto „Drones against Deforestation“ laufende subversive Ansatz des „Sky-Scout“-Projektes von „The Wilderness Society“ [SKY SCOUT 2017]

Mag es sich bei dem beschriebenen Anwendungsfall um einen Bottom-Up-Prozess handeln, so werden hierbei die Grenzen dieser Art des Engagements deutlich: Werden Gesetzesgrenzen überschritten, wie es beim Flug über fremdem Gelände nun einmal der Fall ist, könnte der angedachte Prozess als „Anstif-

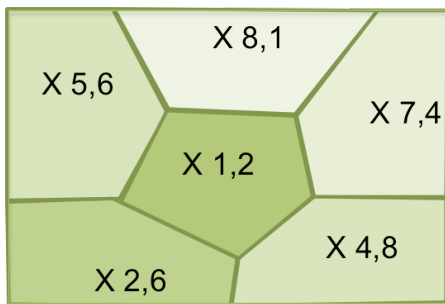
tung zu einer Straftat“ eingeschätzt werden. Für den Einsatz privater Drohnen und die damit getätigten Aufnahmen sind die Piloten selbst verantwortlich.

3.2.2 Sensornetzwerke im Raum

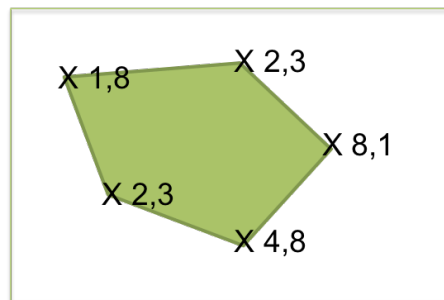
Die **Ausstattung des Raums mit vernetzten Sensoren** macht ihn zum smarten Planungsraum. Die von den Sensoren erfassten Messdaten können ständig aktualisiert und jederzeit abgerufen werden. Bei der Analyse dieser Daten geht es nicht nur darum, Systeme zu überwachen, zu optimieren und zu kontrollieren, es bieten sich wissenschaftliche Potentiale: Abläufe können besser verstanden, Muster erkannt und allgemein neue Erkenntnisse über die Umwelt erfahren werden. Der Betrachtungsbereich kann sich dabei theoretisch über sämtliche Raumphänomene erstrecken. Insbesondere im Umweltmonitoring sind dabei Beobachtungen von Boden, Wasser, Luft, Klima, Arten und Lebensgemeinschaften, Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft, sowie Kulturgütern vorstellbar und erstrecken sich somit über die komplette Bandbreite an umweltplanerischen Schutzgütern.

Alle nachfolgend behandelten Sensordaten haben gemeinsam, dass aus punktuell erfassten Sensormessdaten repräsentative, flächenhafte Informationen und Darstellungen abgeleitet werden sollen um Aussagen über den Beobachtungsraum treffen zu können. Diese Überführung von Punktdaten zu flächenhaften Informationen ist zentrale Aufgabe der **Datenregionalisierung** und **Geostatistik**. Bei diesem Gebiet handelt es sich im Grunde um ein statistisches Methodenrepertoire mit Raumbezug welches statistische Auswerte- und Analysemethoden des GIS-Einsatzes, bei der Fernerkundung und Bildbearbeitung sowie bei statistischen Ableitungen regionaler Indizes und Klassifizierungen unter einem Oberbegriff zusammenfasst. Durch das zunehmende Interesse von georeferenzierten Datensätzen im Rahmen des Einsatzes von Geoweb-Anwendungen, erfahren auch die zugehörigen statistischen Raumanalysen einen enormen Bedeutungsgewinn. Bei der Ableitung einer flächenhaften Verteilung aus punktu-

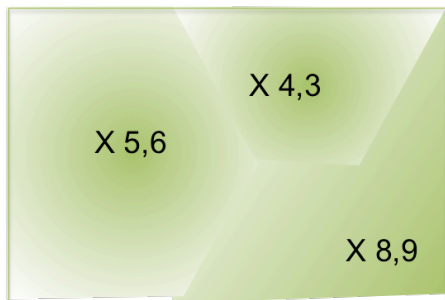
ell erfassten Daten kann in den Bereich der geometrischen Methoden der Datenregionalisierung und in den der geostatistischen Methoden unterschieden werden [STREICH 2011: 249 F.]. Die vier wesentlichen Methoden der Datenregionalisierung sind in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst und basieren alle auf gegebenen Mess- bzw. Beobachtungspunkten eines bestimmten Phänomens im Raum:



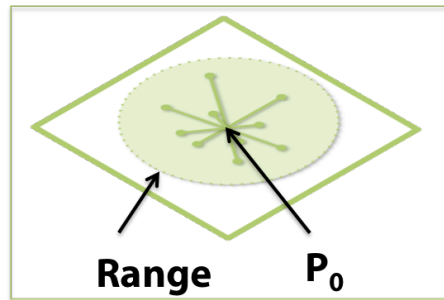
Polygon



Triangulation



Inverse Distance



Kriging

Abbildung 35: Methoden der Datenregionalisierung und Geostatistik [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011:249]

Bei der Polygonmethode findet die Regionalisierung durch die Erzeugung von Polygonen in halber Distanz um den zuvor erfassten Messpunkt statt. Der zweite Fall der Triangulation nutzt dagegen ein zunächst über die Mess- bzw. Stützpunkte gespanntes Dreiecksnetz, um mittels Interpolation zwischen den Stützpunkten die Datenregionalisierung durchzuführen. Bei der Inverse-Distance-

Methode werden Zwischenwerte dadurch ermittelt, dass ihnen ein gewichtetes Mittel der benachbarten Messpunkte zugewiesen wird. Die dabei herangezogene Gewichtung ergibt sich aus den invertierten Abständen zu den Messpunkten. Im Gegensatz zu diesen drei Verfahren, stellt das, nach dem südafrikanischen Bergbauingenieur Danie Gerhardus Krige benannte, Kriging-Verfahren den eigentlichen geostatistischen Ansatz dar. Hierbei werden die gegebenen Messpunkte zunächst statistisch analysiert, um einen Zusammenhang zwischen Messpunktentfernungen und Messdatenähnlichkeit feststellen zu können. Der dabei ermittelte Zusammenhang wird in einem „Semivariogramm“ festgehalten, woraus wiederum die Gewichtungen der zu interpolierenden Punkte zwischen den Messpunkten im Hinblick auf die Datenregionalisierung abgeleitet werden [STREICH 2011: 249 F].

Die kontinuierliche Beobachtung räumlicher Phänomene, daraus ableitbare Eingriffsmöglichkeiten im Rahmen eines Raummanagements und die Durchführung dieser planerischen Maßnahmen können als Voraussetzungen zur Erhöhung der Lebensqualität im Beobachtungsraum und damit dem Wohlbefinden der darin lebenden Menschen betrachtet werden. Steigen beispielsweise Schadstoffwerte über einen zuvor definierten Schwellenwert, kann darauf mit Fahrverboten in Stadtteilen reagiert werden, bis sich die beobachteten Werte wieder stabilisiert haben. Zudem kann die Bevölkerung während der Phase, in der die Schwellenwerte überschritten werden, vor etwaigen Risiken für deren Gesundheit gewarnt, so dass sich gefährdete Menschen nicht unnötig in Gefahr begeben.

Klimasensornetzwerke sind für die Ableitung von Wetterprognosen essentiell bedeutend. Dabei muss es sich nicht zwangsweise nur um professionelle Wetterstationen handeln: Mittlerweile gibt es kompakte Lösungen, die sich an private Haushalte richten und zur Überwachung des lokalen Mikroklimas eingesetzt werden können. Lassen sich diese Wetterstationen mit Software in Form von Apps synchronisieren und bieten die Möglichkeit des Kommunizierens dieser Daten in eine Plattform, kann durch die Vernetzung mehrerer privater Wetterstationen ebenso eine Wetterkarte erstellt werden. Beispielhaft für solche, auf Crowdsourcing basierende Wetterkarten, können die Plattformen von Netatmo

oder Lightningmaps genannt werden. Bei beiden Systemen handelt es sich um eine synchronisierte Anzeige freigegebener Klimainformationen lokal verorteter, privater Klimasensoren. Bei Netatmo handelt es sich um einen Hersteller von Wetterstationen für den Privatgebrauch. Durch die Freigabe der Informationen zu Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, etc. entsteht eine kleinteilige Wetterkarte [NETATMO 2017]. Das unter dem Projekt Blitzortung.org laufende Webkartensystem Lightningmaps führt ein Sensornetzwerk zusammen, mit dem Blitze durch über den Beobachtungsraum verteilte Detektoren erfasst und Gewitter beobachtet werden können (s. Abb. 36). Die zugehörigen Informationen werden im Rhythmus von 2 Minuten von Blitzortung.org heruntergeladen und die Blitzrate pro Minute in Intervallen von 15 Minuten berechnet und angezeigt [LIGHTNINGMAPS 2017].

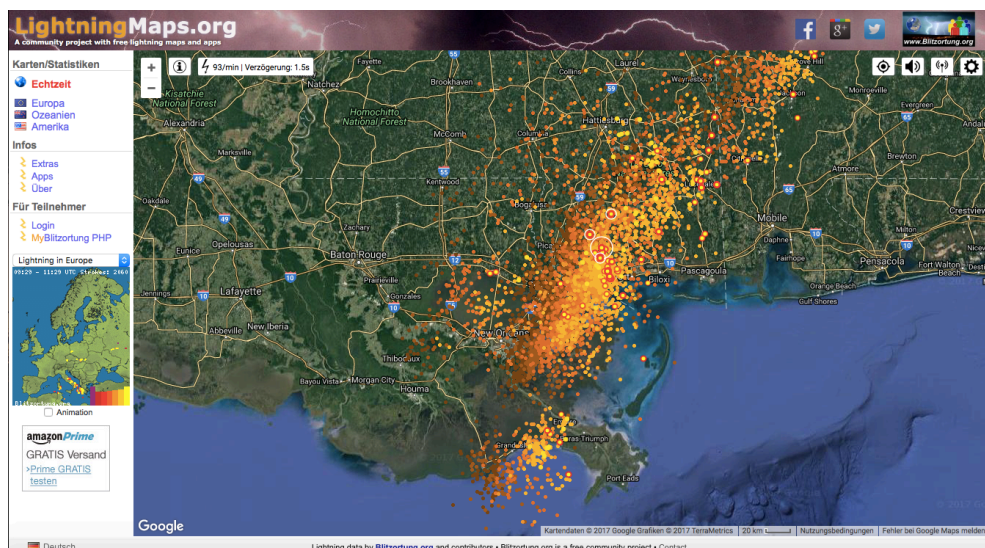


Abbildung 36: Echtzeit-Erfassung eines Unwetters über dem Großraum von New Orleans über die Blitzkarte von Lightningmaps [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von LIGHTNINGMAPS 2017]

Neben der Platzierung von Sensoren im Raum zur Beobachtung von Raumphänomenen, spielt die Fernerkundung per Satellit mindestens eine ebenso bedeutsame Rolle. Beim Monitoring von Waldbränden kann deren Ausdehnung

durch die Betrachtung eines nächtlichen Satellitenbildes eingeschätzt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Signatur von Waldbränden und emittierten Beleuchtungen des urbanen Raumes in Australien. Bei der Interpretation des Satellitenbildes könnte die Anzahl vermeintlich vorhandener Millionenstädte höher eingeschätzt werden, als sie sich tatsächlich darstellt. Nur durch das Wissen, dass sich im Landesinneren keine Städte mit einer so immensen Flächenausdehnung befinden, kann auf die Buschbrände geschlossen werden [METCALFE 2012].

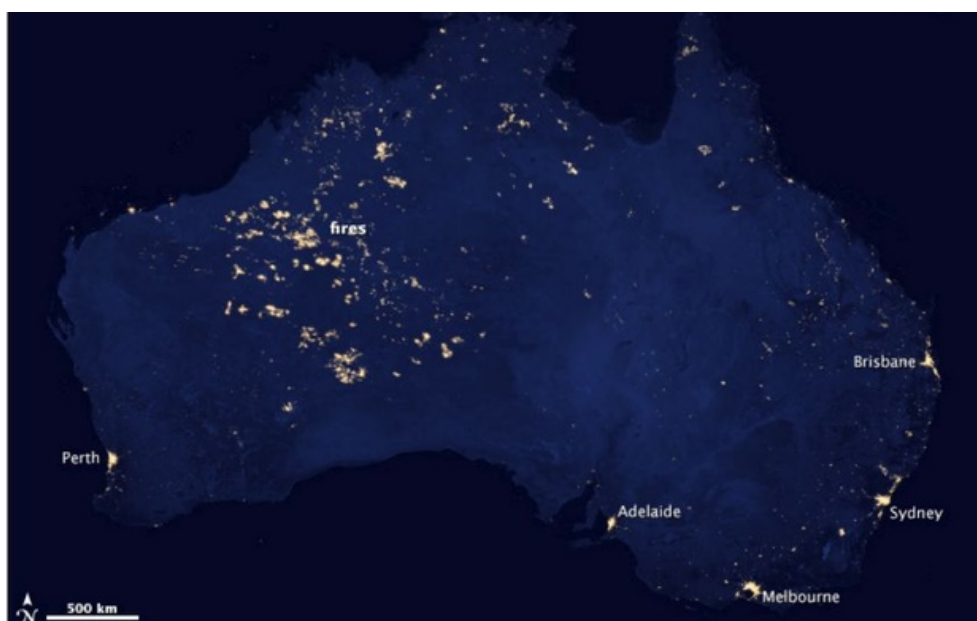


Abbildung 37: Vergleich von Stadtbeleuchtungen und Buschfeuern in Australien [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von CITYLAB 2017]

Über die Analyse der von Klimanetzwerken aufgezeichneten Daten kann auf direkte Folgen der aktuell vorherrschenden Wettersituation geschlossen werden. Gefahrenpotentiale wie Hochwasser während Regenzeiten oder erhöhte Brandgefahren während Trockenzeiten können auf diese Weise frühzeitig eingeschätzt werden und entsprechende Vorbereitungen getroffen werden. Ist ein Waldbrand ausgebrochen, muss schnell reagiert werden um dessen unkontrollierte Ausbreitung zu verhindern. Die Country Fire Authority im australischen

Staat Victoria hat hierzu eine Webkartenplattform im Einsatz auf der gemeldete Brände visualisiert und der Bevölkerung zur Verfügung gestellt werden (s. Abb. 38). Bei der Kartierung von Bränden und daraus ableitbaren Brandgefahren ist die Feuerwehr hierbei auf die, im Sinne eines Sensors im Raum agierende, aufmerksame Bevölkerung angewiesen. Nur aufgrund des, auf Crowdsourcing basierenden, Kartendienstes erhält die Webkarte die notwendige Aussagekraft zur ersten Gefahreinschätzung und Bedrohungen für Farmen im australischen Outback kann frühzeitig begegnet werden [EMERGENCY VIC 2017].

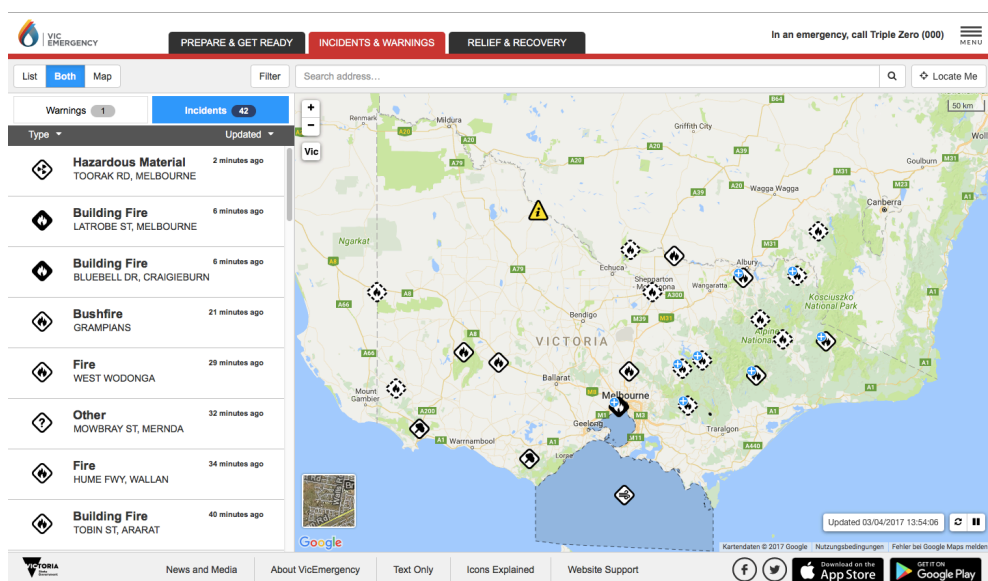


Abbildung 38: Gemeldete (Busch-)Feuer im australischen Staat Victoria [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von EMERGENCY VIC 2017]

Bei Raumsensoren muss es sich also nicht zwingend um eine technische Gerätschaft handeln. Lebende Organismen können ebenso als Indikator bei der Beobachtung räumlicher Phänomene eingesetzt werden, bedürfen aber einer intensiveren Interpretation im Nachgang. Die Stadt Melbourne kartiert die Bäume innerhalb des Stadtraumes inklusive zusätzlicher Attribute wie Art, Einschätzung des aktuellen Zustandes und der daraus ableitbaren verbleibenden Lebenserwartung. Diese Informationen werden auf einer frei zugänglichen Plattform zur Verfügung gestellt und ermöglichen ein langfristiges Monitoring und Manage-

ment der Grünstrukturen im urbanen Raum (s. Abb. 39). Gibt es lokale Häufungen von Bäumen mit nur noch geringer Lebenszeit, sind die vorherrschenden Bedingungen genauer zu untersuchen um Aussagen treffen zu können, durch welche Maßnahmen, wie beispielsweise einem Wechsel der Arten bei Neuanpflanzungen, reagiert werden kann. In diesem Fall fungieren die „Bäume als Sensoren im Raum“ [MELBOURNEURBANFORESTVISUAL 2017].

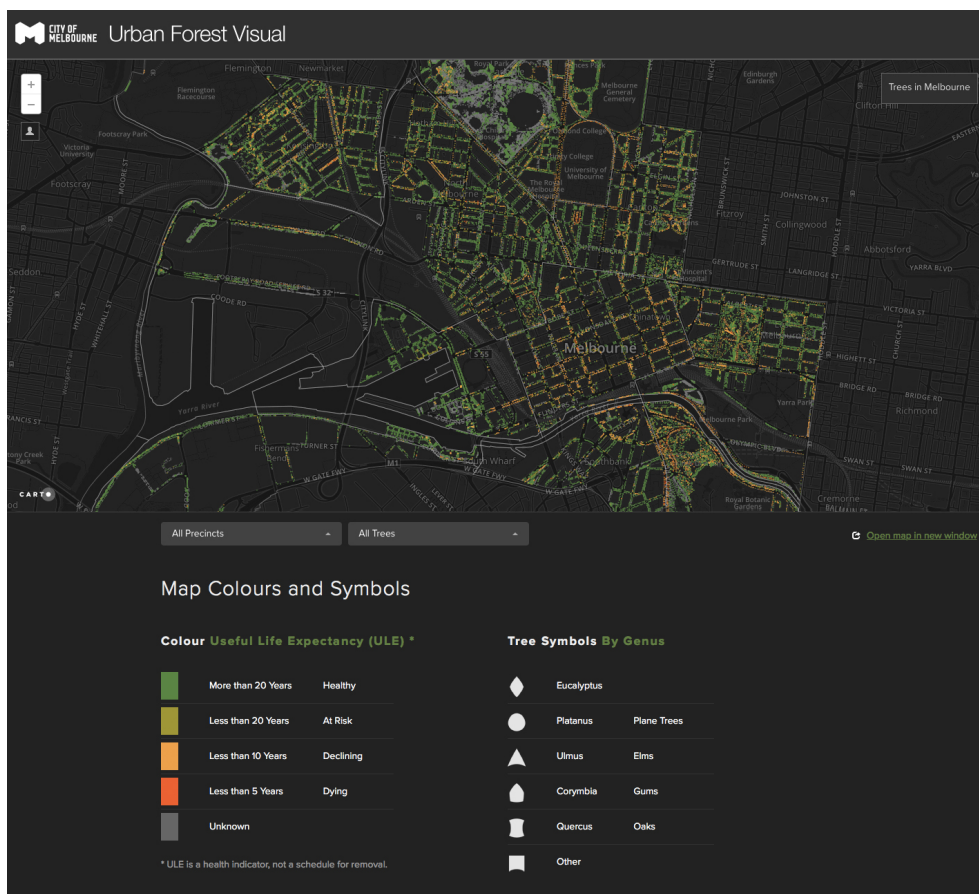


Abbildung 39: Urbanes Baumkataster Melbourne [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von MELBOURNEURBANFORESTVISUAL 2017]

Mobilität verursacht Verkehr, Verkehr verursacht Lärm, mit dem wiederum städtebaulich umgegangen werden muss. Gemäß DIN 18005 wird Lärm als „unerwünschter Schall“ bezeichnet. Um gesundheitsgefährdenden Auswirkungen zu

vermeiden, werden in der DIN 18005 in Verbindung mit dem 16. BImSchG Maximalwerte zu Tages- und Nachtzeiten für die, in der Bauleitplanung zur Verfügung stehenden Gebietskategorien, aufgelistet. Diese Angaben regeln, welche Schallpegel in den festsetzbaren Plangebieten zulässig sind und der darin wohnenden Bevölkerung zugemutet werden können. Mit externen Mikrofonen ausgestattet, können Smartphones zu Detektoren zur Lärmpegelmessung umfunktioniert werden. Vergleichstests mit Schallpegelmessgeräten ergaben geringe Abweichungen, so dass ein Einsatz durchaus vorstellbar ist [KATZ ET AL. 2015]. Sollen Smartphones zum Einsatz als Crowdsourcing basiertes Schallpegelmessgerät kommen, stellt die notwendige Kalibrierung und Ausrichtung womöglich die größte Herausforderung zur Erzielung vergleichbarer Messergebnisse dar. Ähnlich wie bei der Vorgehensweise der Vernetzung von Wetterstationen könnten aber auch Schallpegelmessgeräte auf die gleiche Weise zum vernetzten Einsatz im Stadtraum gebracht werden und es den Bürgern einer Stadt ermöglichen, ihren Lebensraum hinsichtlich der Lärmbelastung zu überwachen.

Außer beim Monitoring von äußeren Umwelteinflüssen finden technische Hilfsmittel auch bei der Überwachung der in diesen Beobachtungsräumen lebenden Arten Einsatzmöglichkeiten. Wesentliche Herausforderung beim Monitoring bestimmter Arten, stellt zunächst abermals die Feststellung des Vorkommens der zu beobachtenden Arten selbst dar. Im Raum platzierte Wildkameras mit, durch Bewegungsmelder betätigtem, Selbstauslöser können Rückschlüsse über die Ausdehnung von Reviergrößen und Verhalten geben. Insbesondere wenn dabei festgestellt wird, dass auch Arten die dem Menschen bedrohlich werden könnten, in unmittelbarer Siedlungsnähe vorkommen, wie beispielsweise durch die Aufnahme eines Pumas vor dem Hollywood-Sign in Beverly Hills festgestellt wurde, müssen Überlegungen zu Maßnahmen zum Umgang mit der Situation angestellt werden [NATIONAL GEOGRAPHIC 2013].

Bat-Detektoren wandeln die von Fledermäusen ausgestoßenen Ultraschalllaute in für den Menschen akustisch wahrnehmbare Laute um (s. Abb. 40). Auf diese Weise kann das Vorkommen der nachtaktiven Tiere beispielsweise im Rahmen von artenschutzrechtlichen Relevanzprüfungen oder im Zuge der Erstellung eines Umweltberichtes kontrolliert und bestätigt werden [NABU 2017].



Abbildung 40: Bat-Detektor [NABU 2017]

3.2.3 Menschen als Sensoren

Während bei der Raumsensorik der Fokus auf der Beobachtung von äußeren Umwelteinflüssen, welche sich unter anderem auf das Wohlbefinden von Menschen auswirken können, liegt, stellt die **Humansensorik** den Menschen selbst in den Betrachtungsfokus. Mittlerweile gibt es eine ganze Bandbreite an Tracking Devices die zwecks der Aufzeichnung von sportlichen Aktivitäten und deren anschließender Analyse eingesetzt werden.

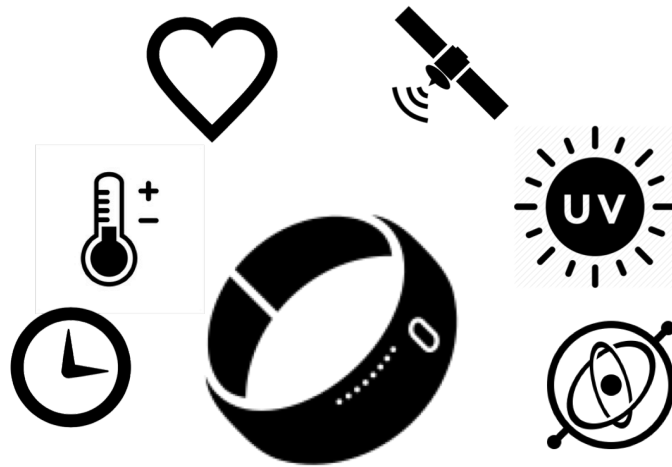


Abbildung 41: Wearable Device und die darin verbaute Sensorik [EIGENE DARSTELLUNG]

Wearables lassen sich anhand der darin verbauten Sensorik klassifizieren (s. Abb. 41 und 42). Die einfachste Variante bildet die Klasse der Schrittzähler, wie beispielsweise Garmins „Vivofit“-Serie, bei denen ein Beschleunigungssensor Erschütterungen erfasst um aus diesen Daten die absolvierte Tagesschrittzahl zu ermitteln. Werden diese Schrittzähler um zusätzliche Sensorik zur optischen Pulserfassung ergänzt, handelt es sich um die Klasse der Sport- und Pulsuhren. Die Ermittlung der Herzfrequenz ist zwar auch über einen Brustgurt möglich, welcher per Bluetooth mit einem Sportarmband kommuniziert, jedoch zeichnet sich die Integration der optischen Pulsmessung in das Armband bei vielen Sportarten durch höheren Tragekomfort aus. Multisensor-Armbänder wie das Microsoft Band erweitern das Sensorik-Spektrum um die Erfassung äußerer Einflüsse wie beispielsweise einen UV-Sensor. In dieser Wearable-Klasse ist meist auch ein GPS-Empfänger direkt im Armband verbaut, sodass keine Kommunikation mit einem verbundenen Smartphone zum Aufzeichnen eines GPS-Tracks von Nöten ist. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an App-Anwendungen welche auf die im Smartphone verbauten Sensoren zur Bestimmung von Lage, Beschleunigung und GPS-Position zurückgreifen.







	SCHRITZÄHLER	PULSUHREN	MULTISENSOR- ARMBÄNDER	APP-LÖSUNGEN, SMARTPHONE- SENSORIK
	✓	✓	✓	✓
	✗	✗	✓	✓
	✗	✓	✓	✗
	✗	✗	✓	✗
	✗	✗	✓	✗

Abbildung 42: Klassen von Wearables anhand der verwendeten Sensorik im Vergleich
[EIGENE DARSTELLUNG]

Bereits die, in der einfachsten Form lediglich mit einem Beschleunigungssensor ausgestatteten, Fitnessarmbänder bieten die Möglichkeit des Trackens täglich absolvierter Schrittzahl, einer daraus abgeleiteten, überschlägigen Berechnung der zurückgelegten Strecke anhand der zuvor eingestellten Schrittlänge und Einblicke in die Effizienz des nächtlichen Schlafs durch die Anzeige von Ruhe- und Unruhephasen (s. Abb. 43). Allein betrachtet mögen diese Daten noch keine Raumrelevanz aufweisen, ihre Kombination mit parallel erfassten Einflüssen der bebauten und unbebauten Umwelt ermöglicht wiederum völlig neue Einblicke und Aussagen zu Lebensqualitäten. Denkbar wäre hierbei die Analyse der kombinierten Datensätze einer nächtlichen Lärmpegelmessung und der Aufzeichnung des Schlafrhythmus zur Überprüfung von Abhängigkeiten der beiden Messkurven bzw. der Überprüfung der Auswirkungen der in DIN 18005

und BImSchG festgehaltenen Lärmgrenzen in den jeweiligen Nutzungstypen der BauNVO und ob damit die, im BauGB als grundsätzliches Ziel städtebaulicher Planung formulierten, „Gesunde Arbeits- und Wohnverhältnisse“ tatsächlich gewährleistet werden können.

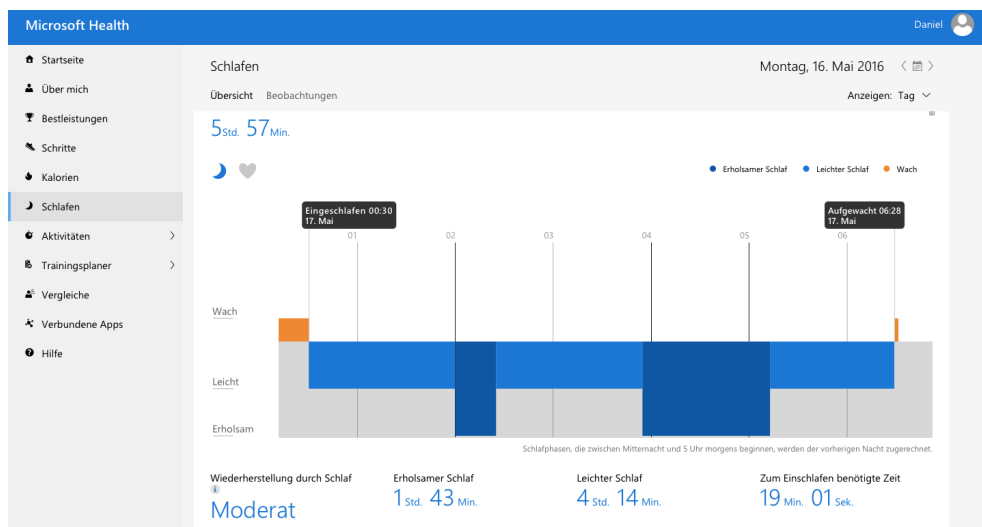


Abbildung 43: Darstellung des mit einem Microsoft Band durchgeführten Schlaftrackings über die zugehörige Microsoft Health-Plattform [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von MICOROSFT HEALTH 2016]

Dieser Ansatz, den Menschen als Sensoren für räumliche Phänomene in den Mittelpunkt zu rücken, eröffnet für die Datengewinnung und –analyse völlig neue Potentiale. Der sich durch den Raum bewegende Mensch kartiert dabei nicht nur seine Beobachtungen, sondern auch seine körperlichen Reaktionen auf die dabei erfahrenen Umwelteinflüsse können durch den Einsatz entsprechender Sensorik ebenfalls in den Fokus der Datengenerierung rücken. Durch die Kombination mit Verortungstechniken können die dabei aufgezeichneten Datensätze direkt georeferenziert visualisiert und somit räumlichen Analysen unterzogen werden. Ubiquitous Computing und Pervasive Sensing [MARTINO ET AL. 2010] bewirken eine verstärkte Ausstattung der Umwelt des Menschen mit vernetzten Sensoren zur Aufzeichnung raumrelevanter Daten. Die Verbreitung des Smartphones und sonstiger mobiler Technologien rückt die Interaktion

des Menschen mit diesen Sensornetzwerken zudem in den Vordergrund. Die Ansätze „Citizens as Sensors“ [GOODCHILD 2007] und „People as Sensors“ [RESCH ET AL. 2011] rücken dabei den Einsatz mobiler, vernetzter Kommunikationsgeräte hinsichtlich einer Erfassung menschlicher Sinneseindrücke sowie Reaktionen direkt am jeweiligen Ort in den Fokus und lassen ihn als aktiven Sensor für sich und die ihn umgebende Umwelt auftreten. Die durch Reaktion auf die erlebten Umwelteinflüsse und Wahrnehmungen auftretenden Emotionen lassen sich zwar nicht direkt ausgeben, die körperlichen Reaktionen aus denen wiederum Aussagen zu auftretendem Stress getroffen werden können, lassen sich durch die Verwendung geeigneter Sensorik erfassen. Daraus ergeben sich vor allem aus raumplanerischer Sicht vielfältige Forschungsansätze. Die dabei erhobenen psychophysiologischen Datensätze sind gegenüber der Medizinwissenschaft abzugrenzen [BUSCHMANN 2012], können aber als „Humansensorik im raumplanerischen Sinne“ bezeichnet werden [EXNER ET AL. 2012]. Um die bei Emotionen auftretenden, körperlichen Reaktionen unbeeinflusst messen zu können, muss das dabei eingesetzte Messinstrumentarium zwei wesentliche Kriterien erfüllen, um eine mögliche Beeinflussung oder Verfälschung der Messung zu vermeiden: Einerseits muss die Aufnahme in Echtzeit erfolgen und zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden, damit Vorortsituationen identifiziert werden können, andererseits darf der Proband durch das Messinstrumentarium in seiner Wahrnehmung nicht behindert oder gestört werden [EXNER ET AL. 2012]. Studien aus Emotionsforschung und affektiven Wissenschaften belegen das Auftreten von Veränderungen der Aktivität des autonomen Nervensystems bei emotionalen Reaktionen, die sich anhand spezifischer, physiologischer Parameter ablesen lassen [KREIBIG 2010].

Diese Beobachtung menschlicher **Vitaldaten** wird deshalb auch als psychophysiologisches Monitoring bezeichnet und kann mit entsprechenden Tracking Devices in Echtzeit aufgezeichnet werden. Das Sensorarmband „SMART-Band“ (s. Abb. 44) stellt ein solches Tracking Device dar, welche die physiologischen Indikatoren **Hautleitfähigkeit** und **Hauttemperatur** aufzeichnet, um daraus Aussagen zu mentaler Belastung, das heißt Stress, ableiten zu können [PASTEFANOU 2008].

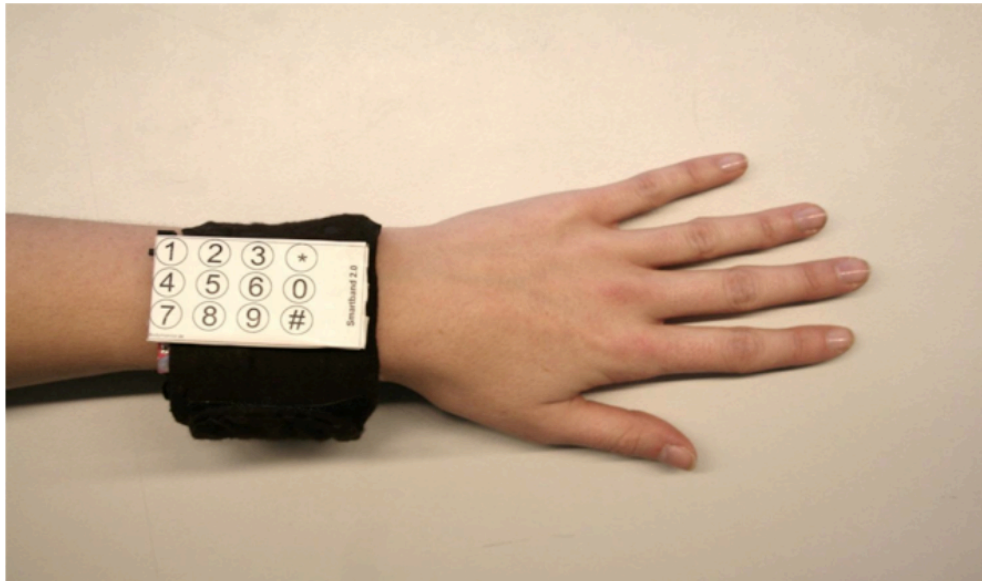


Abbildung 44: Sensorarmband „SMART-Band“ [EIGENE DARSTELLUNG]

Durch die Kombination mit Verortungstechnik versuchen erste Studien wie die Emomap-Studie [ZEILE 2010] oder das EmBaGIS [BERGNER 2010 und BERGNER ET AL. 2011] diese Sensortechnik nach Einsätzen in Laborsituationen in die gebaute Umwelt zu transferieren. Ziel dieses Forschungsfeldes ist durch verortete Stressmomente Rückschlüsse auf städtebaulichen oder umweltplanerische Missstände schließen zu können. Fokus der Studien stellt die gemeinsame Betrachtung von Emotions- und GPS-Daten dar. Die zur Ableitung von Stresssituationen notwendigen Messparameter Hautleitfähigkeit (elektrodermal) und Hauttemperatur (kardiovaskulär) werden in diesem Fall mit SMART-Bändern, die Geoposition über zusätzlich eingesetzte GPS-Logger erfasst. Eine Videokamera ergänzt den Versuchsaufbau zur späteren Gegenkontrolle punktuell identifizierter Stresssituationen. Zur Identifizierung von **Stressreaktionen** müssen in den aufgezeichneten und miteinander synchronisierten Messdaten bestimmte Muster vorliegen: „In Übereinstimmung mit Emotionsforschern liegt eine negative Erfahrung dann vor, wenn die elektrodermale Aktivität zunimmt und kurz danach die Hauttemperatur abnimmt [BERGNER ET AL. 2011: 435]“. Die vom Sensorarmband aufgezeichneten Rohdaten müssen jedoch zuvor um Messartefakte

bereinigt und miteinander synchronisiert werden. Um das, auch als sogenannter „kalter Angstschweiß“ bezeichnete, Stressereignis aus den Messdaten verifizieren zu können, wird zunächst die erste Ableitung der Verlaufskurve gebildet um deren Verlauf hinsichtlich Steigung und Gefälle statistisch auswerten zu können. Liegt bei der Scoring-Bildung ein Muster vor, dass die Zunahme der Hautleitfähigkeit mit „+1“ und Abnahme der Hauttemperatur mit „-1“ beschreibt, kann damit eine Stresssituation identifiziert werden [BERGNER ET AL. 2011].

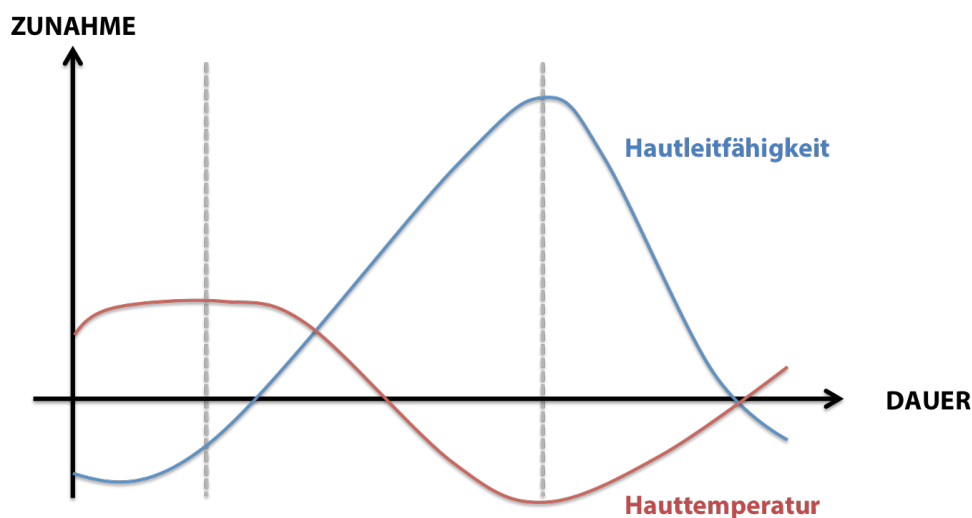


Abbildung 45: Parameter einer physiologischen Stressreaktion [EIGENE DARSTELLUNG nach BERGNER ET AL. 2011]

Die Kombination von Sensormessdaten mit GPS-Track ermöglicht die spätere georeferenzierte Visualisierung der Vitaldaten. Die Ergänzung um Fragebögen zur Erfragung weiterer Parameter (Geschlecht, Alter, etc.) ermöglicht zudem die Analyse in themenbezogenen Karten. Durch die georeferenzierte Überlagerung einer Vielzahl von Einzelprobanden rücken deren individuelle subjektive Reaktionen in den Hintergrund und die objektive Betrachtung von Reaktionshäufungen kann in den Fokus der Analyse treten [EXNER ET AL. 2012].

Beim Weg durch die gebaute Realität wirken vielfältige Einflüsse auf den Menschen ein. Um beim Transfer der Messmethode in den urbanen Raum aussagekräftige Messergebnisse zu erzielen, wurden bereits mehrere experimentelle

Studien durchgeführt, bei denen jeweils unterschiedliche Einflussparameter betrachtet wurden. Die Studie „Sensing the City“ setzt den Fokus der Betrachtung auf den Einfluss, den städtischer Umgebungslärm auf den Menschen hat und wie dessen körperliche Reaktionen darauf ausfallen. Die Messungen wurden hierzu an einem zuvor festgelegten, punktuellen Standort vorgenommen. Ausgangspunkt der Studie stellt die Umgebungslärmrichtlinie RL 2002/49 dar, deren Aussagen zum Schutz des Menschen vor Lärm zum Ziele des persönlichen Wohlbefindens es zu überprüfen gilt. Anhand punktueller Messungen im Stadtgebiet von Kaiserslautern wurden die Wirkungen verschiedener Schallquellen wie Verkehr, Wasser oder spielende Kinder auf die Probanden untersucht. Eine Überlagerung der dabei festgestellten Stressmomente mit den auftretenden Lärmspitzen konnte festgestellt werden, womit die grundsätzliche Anwendbarkeit belegt werden konnte [EXNER ET AL. 2012].

In der aufbauenden Studie „Sensing in Green Areas“ wurde der Untersuchungsraum auf einen Teilabschnitt des als Premiumwanderweg klassifizierten Pfälzer Waldpfades in Kaiserslautern verlagert. Ausgestattet mit SMART-Band, GPS-Tracker sowie einer Videokamera wurden Studenten im Rahmen eines Seminars auf den für sie unbekanntem Wanderweg geschickt. Dabei wurde eine Route vorgegeben, die allein und im individuellen Normaltempo zu bewältigen war. An einem Zwischenpunkt sollte zudem eine fünfminütige Pause eingelegt werden. Das Sensorarmband liefert die physiologischen Daten zu Erregungs- und daraus zu interpretierenden Stressmomenten. Der GPS-Logger zeichnet Geokoordinaten, Laufgeschwindigkeit, zurückgelegte Distanz und Höhenmeter auf. Die Kameraaufnahme komplementiert den Datensatz und dient zur visuellen Überprüfung der Messergebnisse. Zur Überprüfung wird die Gesamtstrecke in Streckenabschnitte mit unterschiedlichen Eigenschaften eingeteilt, die sich nach Steigungsniveau, Kreuzungsbereiche, Bodenbeschaffenheit oder Vegetationsdichte unterscheiden. Diese Umgebungsindikatoren dienen der Überprüfung der im Projekt „Qualitätsweg Wanderbares Deutschland“ getroffenen Forderungen nutzerfreundlichen Markierung oder Bodenoberflächen. Damit stellt das Experiment einen Test des, auf dem Qualitätswanderweg erfahrbaren, Raumeindrucks und -erlebnisses und der Überprüfung, ob dieser seiner Erholungs-

funktion gerecht wird, dar.

Die aufgezeichneten Sensormessdaten werden synchronisiert und ausgewertet. Neben qualitativen Analysen einzelner Messungen, liefert die Überlagerung dieser Individualmessungen in Form einer Dichtekarte die Grundlage für die quantitative Analyse. Die Visualisierung der Hautleitfähigkeit eines Einzelprobanden (s. Abb. 46) lässt Rückschlüsse auf das physische Belastungs- und Erregungsniveau zu. Die quantitative Analyse aus der überlagerten Darstellung mehrerer Probandendaten (s. Abb. 47) lässt dagegen Stressmomentenhäufungen an Einzelorten erkennbar werden.

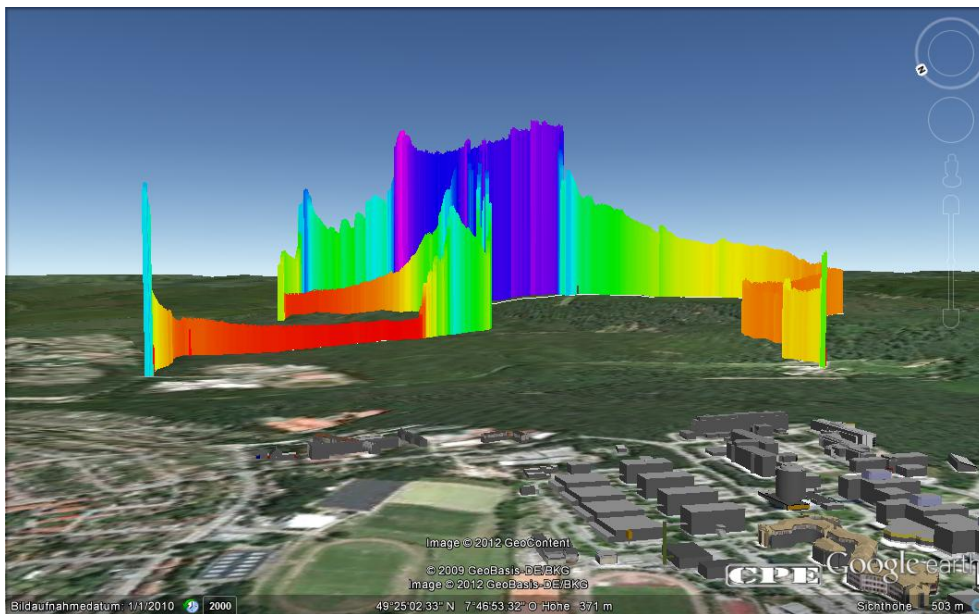


Abbildung 46: Visualisierung der Hautleitfähigkeit eines Einzelprobanden zur Analyse dessen Aufmerksamkeit während der Bewältigung des Weges [EXNER ET AL. 2012]

Aus der Betrachtung aller Probanden konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass sich Stressmomente vor allem an Wegkreuzungspunkten häuften. Dieses Analyseergebnis lässt sich durch die Unsicherheit der Probanden hinsichtlich der Wegführung und -beschilderung erklären. Eine Kontrolle der einzelnen Videoaufzeichnungen sowie der mitgezeichneten GPS-Tracks konnte diesen Ansatz bestätigen. Daraus konnten Rückschlüsse auf eine unzureichende Be-

schilderung des Weges und damit einer planerischen Handlungserfordernis abgeleitet werden.



Abbildung 47: Heatmap der aus den überlagerten Sensordaten ermittelten Stressmomente [EXNER ET AL. 2012]

Während die quantitative Analyse Punkte erkennbar werden lässt, an denen Ursachen für aufgetretene Stressmomenthäufungen zu untersuchen sind, erfolgt diese Nachforschung auf Basis der qualitativen Analyse. Die Synchronisation der Sensormessdaten über die Zeitachse und parallele Darstellung der relevanten Informationen in einem Video liefert die Grundlage für diese Untersuchung. Auf diese Weise kann gleichzeitig visualisiert werden, wann, wo, wie stark und unter welchen Bedingungen eine Stressreaktion aufgetreten ist (s. Abb. 48).



Abbildung 48: Synchronisierte Sensordaten in einer Videodarstellung [EIGENE DARSTELLUNG]

Die Studienarbeit „**EmoCyclingConcept**“ stellt einen weiteren Schritt in der Evolution des EmoMappings dar und befasst sich mit der Ermittlung von Stressmomenten bei Fahrradfahrten im urbanen Raum (s. Abb. 49). Mit diesem Ansatz sollen **Gefahrenstellen** identifiziert und zunächst subjektive Einschätzungen der Radfahrer durch die Messung ihrer körperlichen Reaktion auf die jeweilige Verkehrssituation objektiviert werden [GROß 2015].



Abbildung 49: Kartierung der während einer Fahrradfahrt aufgetretenen Stressmomente [GROß 2015:112]

Die mit dieser Methode erzielten Versuchsergebnisse müssen aufgrund ihres experimentellen Charakters im Zuge der Feldforschung noch recht differenziert betrachtet werden. Definitive Aussagen können momentan nur vorsichtig formuliert werden, da einige Stressmomente auf äußere Einflussfaktoren zurückzuführen sind, die im Rahmen der Messung (noch) nicht zu ermitteln sind. Aussagen zu den Auswirkungen der Steigung, der Beschaffenheit des Untergrundes oder geschlechterspezifische Unterschiede lassen sich erahnen, bedürfen jedoch einer vertieften Betrachtung. Für die Untersuchung urbaner Themen wie der Barrierefreiheit, Lärm, Sicherheit oder ästhetischen Aspekten des Stadtbildes scheint sich die humansensorische Methode weiterentwickeln zu lassen und weitere Erkenntnisse erzielen.

Außer der Weiterentwicklung der Messmethodik selbst, wird die Visualisierung der Sensordaten parallel vorangetrieben. Einfache Tabellendaten können mit dem GPS Visualizer [GPS VISUALIZER 2017] in klassifizierte Kurven überführt und

anhand der synchronisierten Koordinateninformationen georeferenziert in einer Google Earth Visualisierung präsentiert werden. Der von Frank Michel und Daniel Steffen am DFKI in Kaiserslautern entwickelte „Geovisualizer“ bietet Möglichkeiten zur Einspielung zuvor aufgezeichneter Sensordatensätze und deren anschließende dynamische Visualisierung. Eine auftretende Stressreaktion wird dabei nicht nur anhand des Ausschlages, sondern auch an der Veränderung eines zusätzlichen individualisierten Icons verdeutlicht [MICHEL ET AL. 2013].

3.2.4 Zwischenfazit

In dem Bereich der Raumsensorik handelt es sich um klassische Themen des Monitorings: Durch den Einsatz von Sensoren und Sensornetzwerken im Raum können räumliche Phänomene über eine Zeitachse beobachtet und anschließend analysiert werden.

Der Einsatz von UAS mit angebrachten optischen Sensoren bietet Potentiale beim Monitoring von Bauwerken während deren Erstellung im Rahmen einer Baufortschrittsdokumentation oder Instandhaltung und der Einschätzung etwaig anstehender Arbeiten. Bevor sich ein Arbeiter Abseilen oder auf ein Gerüst begeben muss, kann die erste Aufnahme per Befliegung erfolgen. Bei der Bestandsaufnahme eröffnet eine UAS-Aufnahme neue Perspektiven aus denen Aussagen zu zukünftigen Höhenentwicklungen abgeleitet, Sichtachsenbeziehungen analysiert oder 3D-Modelle aus photogrammetrischen Berechnungen erstellt werden können.

Die Ausstattung des Raumes mit Sensoren die sich zu einem Sensornetzwerk zusammenschalten lassen, eröffnet dagegen Möglichkeiten zu flächenbezogenen Aussagen. Hierzu müssen jedoch die zuvor punktuell aufgenommenen Informationen durch den Einsatz von Methoden der Datenregionalisierung und Geostatistik in flächenhafte Aussagen überführt werden. Durch diesen Vorgang kann anschließend eine statistische Schätzung zu jedem beliebigen Punkt in-

nerhalb der repräsentierten Flächen vorgenommen und beispielsweise Aussagen zu Klimaphänomenen aus dem zugehörigen, im Raum installierten Sensornetzwerk und dessen erfassten Datensätzen abgeleitet werden.

Durch die Ausstattung mit einem Smartphone oder Sensorarmband kann der Mensch selbst zum Sensor im Raum werden und räumliche Phänomene erfassen. Hierbei geht es nicht nur um die Kartierung subjektiver Einschätzungen räumlicher Situationen: Der Einsatz von Sensorarmbändern eröffnet mit der objektiven Erfassung subjektiven Empfindens und deren georeferenzierten Darstellung mit dem Bereich des „emotionalen Mappings“ gar ein eigenes Forschungsfeld, dessen Ausmaße noch gar nicht abschließend abgeschätzt werden können.

Die Überwachung des Raumes und der darin lebenden Menschen mit dem Ziel der Etablierung eines Monitoring-Systems stellt für den Themenkomplex des Datenschutzes eine besondere Herausforderung dar mit dem besonders sensibel umgegangen werden muss. Ein total überwachter Raum mag einerseits qualifizierte Aussagen zu den sich darin ablaufenden Vorgängen zulassen, andererseits stellt sich auch die Frage, wie viel Überwachung angemessen und ab welchem Maß keine weitere Verbesserung der beabsichtigten Lebensqualität zu erwarten ist, aus der sich das technische System begründen lässt.

3.3 Gestaltungsplanung

Die Gestaltung der städtebaulichen Umwelt gehört zu den zentralen Gegenstandsbereichen des Aufgabengebietes von Planern. Während im Flächennutzungsplan die zentralen Ergebnisse der Strukturplanung in Form von Vorgaben zu Nutzungszweck einer Fläche festgehalten werden und als vorbereitender Bauleitplan eine verwaltungsinterne Bindung festlegen, stellt der Aufgabenschwerpunkt der **Gestaltungsplanung** in deren weiterer Ausgestaltung. Auf die

zuvor erstellten Strukturkonzepte folgt ein **städtebaulicher Entwurf**, der nach Art der baulichen Nutzung erste Vorstellungen zur technischen Erschließung, Maß der baulichen Nutzung, freiraumplanerische Aspekte sowie ausgelagerte technische und soziale Infrastruktur zulässt (s. Abb. 50).

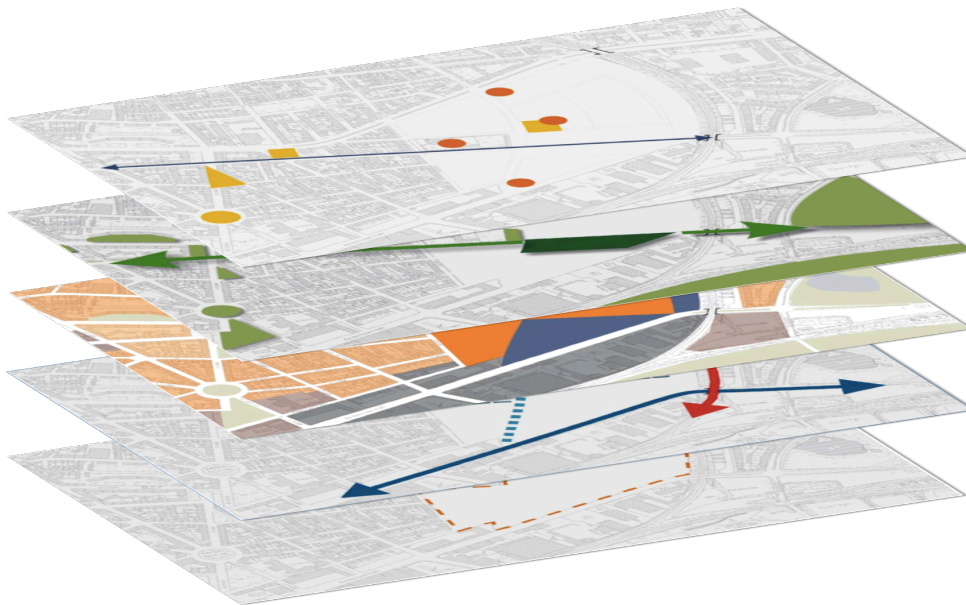


Abbildung 50: Ebenen des städtebaulichen Entwurfs [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von WIETZEL 2008]

Um eine hohe Qualität sicherzustellen, Varianten von Lösungsansätzen zu erhalten, aber auch um Ergebnisse gegenüber der Öffentlichkeit besser transportieren zu können, stellt die Durchführung eines stadtplanerischen und gegebenenfalls landschaftsplanerischen Wettbewerbes zur Erzeugung eines städtebaulichen Entwurfes ein gängiges Instrument dar. Je nach Wettbewerbsthematik treten Stadtplanungs-, Architektur- und Landschaftsplanungsbüros hierbei in einen Wettbewerb mit dem Ziel eine optimierte Lösung für den jeweiligen Planungsfall liefern zu können gegeneinander an. Dabei kann es sich um einen reinen Ideenwettbewerb, das heißt ohne Realisierungsversprechen oder um einen Realisierungswettbewerb, also mit Realisierungsversprechen handeln. Aus dem vom Preisgericht gekürten Siegerentwurf können anschließend städtebau-

liche und landschaftsplanerische Parameter abgeleitet werden, die in der weiteren Betrachtung im Bauleitplanverfahren herangezogen werden können. Nachdem ein Bebauungsplan vorliegt, setzen Architekten mit ihren Entwürfen zu einzelnen Gebäuden erneut an und erarbeiten die weitere Ausgestaltung einzelner Grundstücke auf entsprechender Maßstabs- und Detaillierungsgradebene. Zur Ausgestaltung von Entwürfen als auch bei deren Präsentation kommen vielfältige Visualisierungsmethoden zum Transport der enthaltenen Informationen zum Einsatz, auf die in den nachfolgenden Abschnitten genauer eingegangen wird. Die Spannweite reicht hierbei von der Erstellung virtueller 3D-Modelle bis zum Bereich der realitätsvirtualisierenden Methoden aus den Bereichen von Geoweb- und Echtzeitplanungsmethoden. Alle Visualisierungsmethoden stehen im Spannungsfeld der modellhaften Abbildung und der Realität. Bei einem Modell handelt es sich um ein abstrahiertes Abbild der Realität, welches sich anhand seines **Abstraktionsgrades** und nach dem beim Betrachten des Modells erlebten **Immersionsgrad** hinsichtlich seiner Wirkung beurteilen lässt.

Die realitätsvirtualisierenden Methoden fassen dabei solche Techniken unter einem Begriff zusammen, bei denen durch den Einsatz von Computersystemen eine Wechselwirkung der simulierten mit der realen Umwelt erzeugt wird. Diese realitätsvirtualisierenden Methoden lassen sich dabei in die Bereiche „Virtual Reality“, „Augmented Reality“ und „Virtualized Reality“ unterscheiden [STREICH 2011: 229 F].

Beim Einsatz von **Virtual Reality**-Methoden geht es um die Übertragung von Situationen aus der realen Welt in ein Computersystem. Das dabei erzeugte Computerbild wird auf eine nach außen abgeschlossene Brille projiziert, so dass der Nutzer von der realen Welt abgeschottet wird. In der erzeugten virtuellen Welt können anschließend Simulationen, Veränderungen und Beobachtungen vorgenommen werden. VR-Systeme müssen sich dabei nicht zwangsläufig auf optische und akustische Sinneseindrücke beschränken. Durch die Erweiterung des Systems um bewegungssensitive Steuerelemente erhält die virtuelle Welt eine zusätzliche dynamische Komponente. Der Nutzer kann sich beispielsweise auf einem Laufband durch die virtuelle Welt bewegen oder beim Einsatz eines Datenhandschuhs durch Gesten mit virtuellen Objekten interagieren [STREICH

2011:229].

Der Methodenbereich der **Virtualized Reality** erfasst reale Situationen komplett in Echtzeit und speist diese in ein Computersystem ein. Genau wie bei den Virtual Reality-Methoden können auch hier Veränderungen an der erfassten Situation und anschließend Beobachtungen getätigt werden. Als Beispiel für den Bereich der Virtualized Reality kann die Erfassung von Spielzügen eines Fußballspiels genannt werden, welcher danach aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden kann. Durch Verschiebungen einzelner Spieler - wie sie am „digitalen Taktisch“ vorgenommen werden – können zudem Spielzüge simuliert werden, die in der Realität gar nicht stattgefunden haben. Die optische Erfassung von Gebäudefassaden und Straßenzügen – wie sie zur Erzeugung von „Google StreetView“ durchgeführt wurde – lässt sich als ein Beispiel für den Einsatz von Virtualized Reality-Methoden mit planerischer Relevanz anführen [STREICH 2011:230].

Beim Einsatz von **Augmented Reality**-Methoden (AR) geht es im Gegensatz zu den Bereichen von Virtual und Virtualized Reality nicht um die Erfassung und Simulation kompletter virtueller Welten. In diesem Fall werden real existierende Situationen um virtuelle Zusatzinformationen angereichert. Auf diese Weise entsteht eine Kommunikation zwischen realen Objekten und dem Computersystem. Ein Gebäudeentwurf kann in eine Realsituation eingepasst eingeblendet werden. Das dabei notwendige Tracking kann durch Georeferenzierung oder auf optischem Wege erfolgen und wird in Kapitel 3.3.3 vertieft betrachtet. [STREICH 2011:229F].

3.3.1 Virtuelle 3D-Modelle

Neben Handzeichnungen, zweidimensionalen CAD-Plänen und dem physischen Modellbau gehören virtuelle 3D-Modelle zum festen Bestandteil des planerischen Methodenrepertoires wenn es um die Planungsvisualisierung geht. Im

Gegensatz zu 2D-Plänen bieten 3D-Modelle den entscheidenden Vorteil, dass sie den Abstraktionsgrad durch ein Anheben der Visualisierung in die gleiche Dimension wie auch die gebaute Realität – nämlich in die dritte Dimension – vermindern und so auch interessierten Betrachtern mit weniger gut geschultem räumlichen Vorstellungsvermögen die Bildung einer eigenen Meinung über die Planung ermöglichen [BESSER 1999:3, BROSCART 2011:3]. Virtuelle 3D-Modelle sind vielseitig einsetzbar und erfahren insbesondere über die letzten Jahre im Rahmen von neuen, verbesserten Präsentationsformen und parallelen Entwicklungen in der Computerspieleindustrie, welche die Ansprüche sowohl von Nutzern als auch Bearbeitern beeinflusst, eine zunehmende Beliebtheit [ZEILE 2010:4]. Im Rahmen des CityGML-Ansatzes werden die verschiedenen Stufen des Detaillierungsgrades virtueller 3D-Modelle in den sogenannten Level of Detail (LOD) eingeteilt (s. Abb. 51).

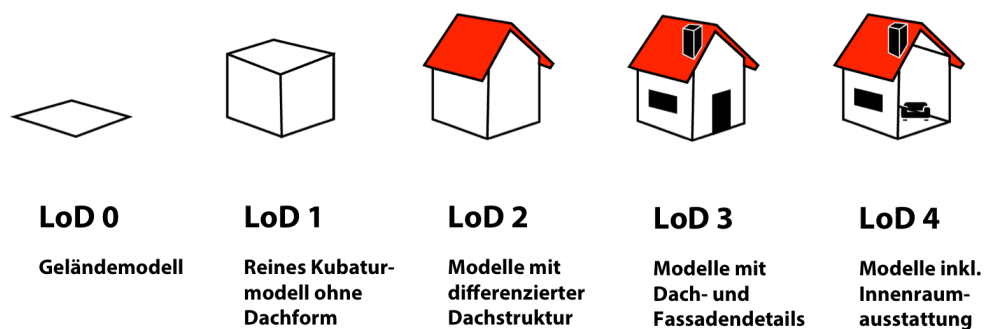


Abbildung 51: Level of Detail-Stufen [EIGENE DARSTELLUNG]

Dabei beschreibt LOD 0 ein Regionalmodell, welches ein um wichtige 3D-Landmarken ergänztes **digitales Geländemodell (DGM)** umfasst. Mit LOD 1 wird ein Stadtmodell in Form einer reinen Kubatordarstellung bezeichnet. Die LOD 2-Stufe umfasst dagegen bereits differenzierte Dachformen und optionale Texturen. LOD 3-Modelle sind geometrisch fein ausdifferenzierte Architekturmodelle, die in der darauf aufbauenden, LOD 4-Stufe gar im Innenraum ausmodelliert sind [GRÖGER KOLBE ET AL 2004 zitiert in ZEILE 2010:11 und BROSCART 2013:10].

Mit der 3D-Modellierungssoftware „Trimble SketchUp Pro“ welche eine intuitive Zeichenfunktionalität, Punkt- und Linienfang auf Flächen, dem geometrischen Arbeiten an den Modellen sowie die Erweiterungsmöglichkeiten der Funktionspalette durch eine Ruby-Script-Integration sowie der Austauschmöglichkeiten durch Exportfunktionen gängiger 3D-Formate in der Pro-Version bietet, lassen sich bereits nach kurzer Einarbeitungsphase erste Ergebnisse erzielen und die einzelnen Stufen eines zunehmenden LOD-Grades anschaulich nachvollziehen [ZEILE 2010:143 zitiert in: BROSCHEART 2013:21F].

Ein digitales Geländemodell (DGM) stellt als LOD 0-Stufe die Basis eines jeden 3D-Stadtmodells dar. Ein Modell stellt gemäß Definition immer ein abstraktes Abbild der Realität dar und beinhaltet demnach immer einen gewissen Abstraktionsgrad. Insbesondere wenn es sich bei dem jeweiligen Anwendungsfall um ein stark bewegtes Gelände handelt, kann dieser Fakt nicht zwecks einer vereinfachten Visualisierung vernachlässigt werden und ist darzustellen. Zur Erzeugung des virtuellen Geländes stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, die unterschiedliche Detaillierungsstufen erzielen können [ZEILE 2010:131FF zitiert in BROSCHEART 2013:22F]:

- Planares Geländemodell
- Erstellung aus Höhenlinien
- Zeichnerisch generiertes Geländemodell
- Geländemodell aus Virtual Globes
- Kombination aller zuvor genannten Methoden.

Durch das Extrudieren von Höhenlinien zu einem Höhenlinienschichtmodell und dessen anschließende Triangulation lässt sich ein digitales Geländemodell aus einer zugrundeliegenden topografischen Karte erzeugen (s. Abb. 52).

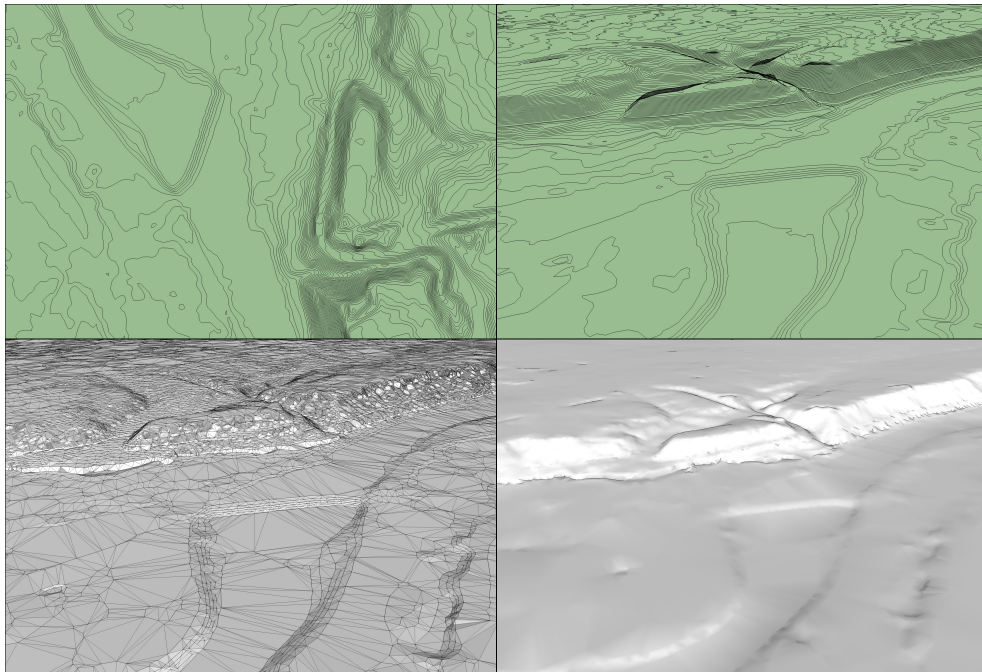


Abbildung 52: Erstellung eines digitalen Geländemodells: Höhenlinien (links oben), Schichtstufenmodell (rechts oben), trianguliertes Geländemodell (links unten), geglättetes Geländemodell (rechts unten) [EIGENE DARSTELLUNG]

Mit diesem Vorgang kann nicht nur ein digitales Geländemodell in Form einer **Dreiecksvermaschung** erzeugt werden, sondern es können auch Geländever-schnitte, Anrampungen und deren Kombination durchgeführt werden [ZEILE 2010:133FF zitiert in BROSCHE 2013:23]. Müssen weitere Geometrien in das Gelände eingepasst werden, kann die Dreiecksvermaschung an ihren Stütz-punkten geändert und neu kalkuliert werden. Die zweidimensionale Geometrie von Wegen, Grundflächen, etc. wird für diesen Vorgang zunächst über dem Ge-lände angeordnet und dann über die Z-Achse nach unten auf dieses projiziert um dort weiterverarbeitet werden zu können.

Die Erzeugung von 3D-Gebäuden erfolgt in SketchUp auf Basis des zugrunde-liegenden **Sweep-Modells** mit einem sogenannten „**hand pushed-pulled mo-delling**“-Verfahren (s. Abb. 53). Der zweidimensionale Grundriss eines Gebäudes stellt den Ausgangspunkt dar und wird zunächst durch die Schließung der ein-zelnen Polylinien in eine flächenhafte Darstellung überführt. Die so entstande-

nen Flächen können anschließend zur Erzeugung des Gebäudegrundkörpers extrudiert werden. Das extrudierte Kubatormodell kann als Nächstes durch die Ausbildung eines Daches sowie die Modellierung von Gebäudedetails verfeinert werden. Die dabei entstehenden Flächen können mit individuellen Texturen versehen werden, so dass die Darstellung des Modells zunehmend realistischer wird [ZEILE 2010:146F zitiert in BROSCHEART 2013:23F].

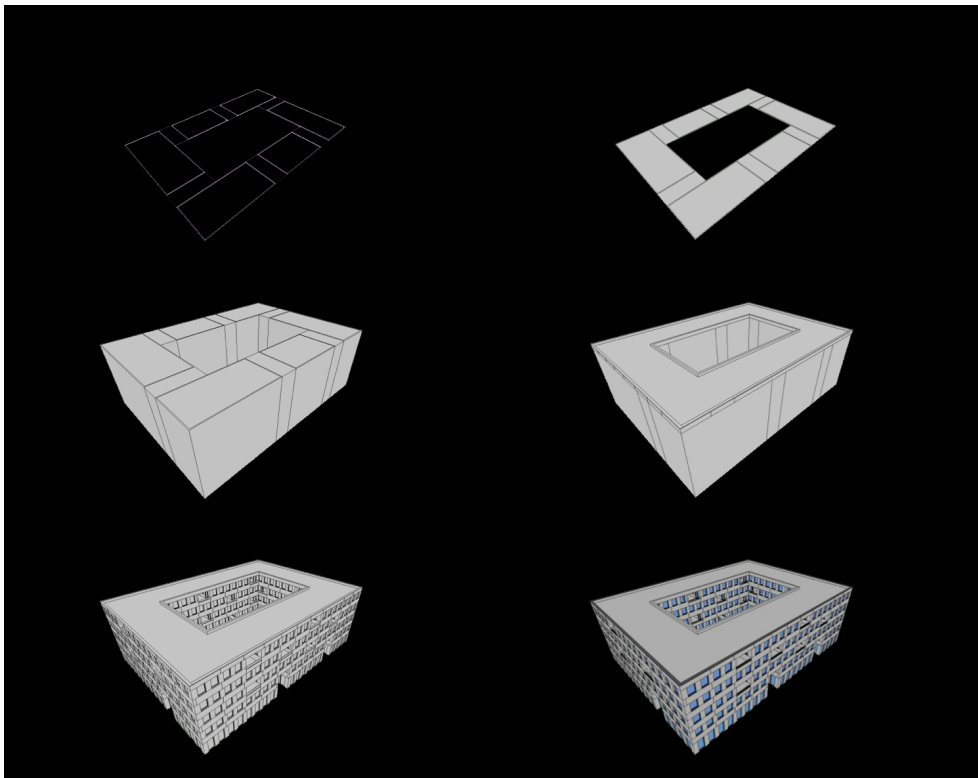


Abbildung 53: Vom Grundriss zum virtuellen Architekturmodell: Die Verfahrensschritte beim „hand pushed-pulled modelling“ [BROSCHEART 2013:24 nach ZEILE 2010:147 unter Verwendung von JOST 2013]

Wie detailliert die Modellierung eines virtuellen Gebäudes getrieben werden soll, hängt stark von dessen weiteren Verwendungszweck ab. Während in einem städtebaulichen Kontext oftmals, mit entzerrten und retuschierten, Fassadentexturen versehene Gebäudemodelle aus, um deren räumliche Wirkung darstel-

len und erfahren zu können. Im Architekturbereich wird der Visualisierung von Ergänzungen und Details ein wesentlich höherer Stellenwert zugeschrieben. Hier dient das Modell in der Regel als Basis für nachgeschaltete Rendervorgänge zur fotorealistischen Darstellung des geplanten Gebäudes. Durch die Möglichkeit der integrierten Georeferenzierung in WGS84 und dem Export als KMZ-Datei kann das in SketchUp erstellte Modell direkt in virtuelle Globen wie Google Earth importiert und angezeigt werden (s. Abb. 54).



Abbildung 54: In SketchUp erzeugtes 3D-Modell der TU Kaiserslautern in Google Earth [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von UNI3.DE und GOOGLE EARTH 2017]

Die offene Struktur von Google Earth bietet das Potential einer großen erreichbaren Community, welche den virtuellen Globus mit weiteren Modellen ausstatten kann [HÖFFKEN 2009:54]. Zudem stellt Google Earth aufgrund der intuitiven Bedienung eine Art „Quasi-Standard“ dar, wenn es um die Darstellung dreidimensionaler Inhalte geht. Die Darstellung ganzer dreidimensionaler Städte (s. Abb. 55) bietet dem Betrachter durch das freie Navigieren zumindest auf virtuellem Wege die Möglichkeit zu jedem beliebigen Ort der nachgebauten Welt zu

gelangen, um dort virtuelle Spaziergänge durch die Szenerie durchführen zu können [EXNER 2009:1].



Abbildung 55: Aus Luftbildern generiertes 3D-Stadtmodell in Google Earth am Beispiel der Stadt Salzburg [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GOOGLE EARTH 2017]

Neben der Erstellung **virtueller 3D-Modelle** von Hand können diese in entsprechenden Softwareumgebungen auch **anhand von Parametern generiert** werden. ESRI's „CityEngine“ bietet die Möglichkeiten des parametrischen Entwerfens einzelner Gebäude bis hin zu ganzen Städten. Die dafür notwendigen Regeln müssen im Vorfeld definiert werden, bevor sie den Basis-Geometrien zugeteilt werden können. ESRI's „CityEngine“ bietet die Möglichkeiten des parametrischen Entwerfens und unterscheidet dabei zunächst zwischen dem durch Straßenzüge aufgespannten Straßennetz auf der einen Seite und den dazwischen liegenden Flächen auf der anderen Seite. Das als Linieninformation vorliegende Straßennetz wird nach Definition der Parameter Straßenbreite, Rad- und Fußgängerwege, deren Oberflächenmaterial und Ausgestaltung durch die Zuteilung eines sogenannten „Rule-Files“ als dreidimensionales Modell generiert. Entsprechend lassen sich in CityEngine auch Gebäude anhand relevanter Gebäudeparameter wie Gebäudehöhe, Geschossigkeit, Geschosshöhe, Dachform und Fassaden-

struktur auf Basis der zwischen dem Straßennetz aufgespannten Flächen definieren und generieren [BROSCHEART, SCHNEIDER 2013:6].

Diese Verhaltensregeln müssen sich nicht zwangsläufig auf eindeutige Werte beschränken: CityEngine bietet auch die Option eine Bandbreite an Werten zum jeweiligen Parameter zuzulassen. Die Ausprägungsform kann anschließend mittels eines Schiebereglers durchgeschaltet und das Modell jeweils angepasst neu generiert werden. Rule-Files können dabei auch einzelnen Flächenbereichen zugeordnet werden, so dass ein Pattern-artiges Stadtmodell entstehen kann (s. Abb. 56). Anhand der Shape Grammars werden die Modelle nicht nur erzeugt, sondern können anhand dieser Werte auch miteinander verglichen und Varianten diskutiert werden [SCHIRNER 2013 zitiert in BROSCHEART 2013:27].

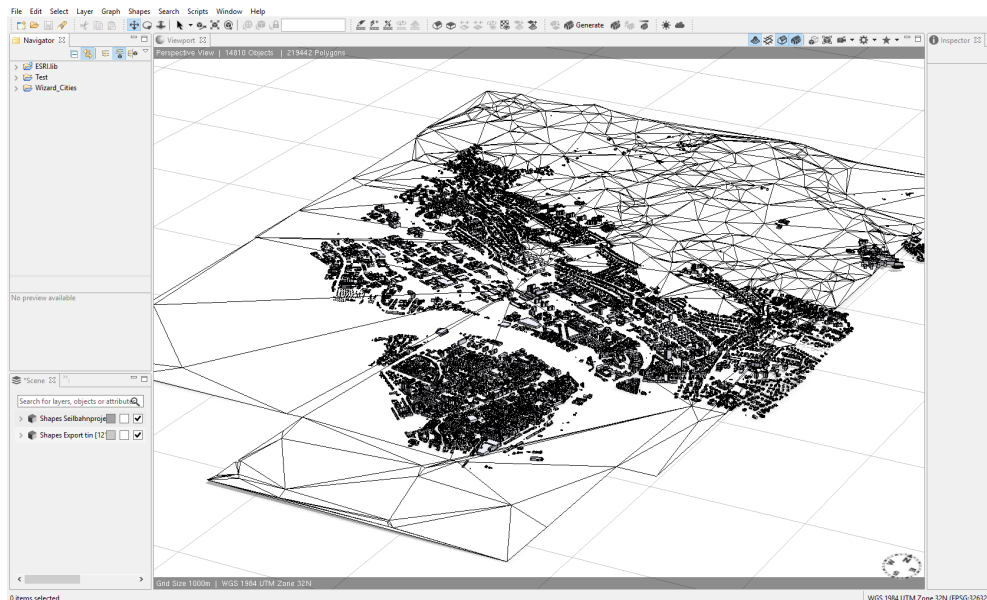


Abbildung 56: Anhand zuvor definierter Parameter erzeugtes 3D-Stadtmodell von Konstanz [LEIDECKER, ZIMMER 2017]

Da Planer gerade in der Bauleitplanung eben die zukünftige Stadtstruktur anhand von Parametern definieren, bietet sich hierbei ein großes Einsatzpotential um das zukünftige Bauvolumen im Vorfeld auf dessen Raumverträglichkeit einschätzen und beurteilen zu können (s. Abb. 57). Voraussetzung des Einsatzes des

parametrischen Entwerfens in der Bauleitplanung wäre jedoch eine, exakt auf das deutsche Planungsrecht und den zugehörigen Festsetzungsmöglichkeiten, zugeschnittenen Parameter-Datei in Form eines CityEngine Rule-Files.



Abbildung 57: Visualisierung von planerischen Bauvolumen-Festsetzungen mit CityEngine [ESRI 2013]

Für den Entwurfsprozess in Architektur und Städtebau lässt sich CityEngine momentan nur eingeschränkt nutzen: Für individuelle Modellentwürfe ist der Vorgang zur Definition eines maßgeschneiderten Rule-Files zu arbeitsintensiv und zeitaufwändig. Denkbar wäre hierbei jedoch den parametrischen Entwurf zur Erzeugung eines Umgebungsmodells zu verwenden (s. Abb. 58), die kleinteilige, individuelle Neuplanung dagegen nach einem der bereits vorgestellten **hand-pushed-pulled-modelling-Verfahren** zu erstellen und anschließend in das virtuelle Stadtmodell zur Beurteilung der Integration in selbiges einzusetzen [BROSCHART, SCHNEIDER 2013:17].



Abbildung 58: Integration individuell angefertigter 3D-Modelle in ein anhand von Parametern entworfenes Umgebungsmodell [BUSCHLINGER ET AL. 2016]

Mitunter aufgrund paralleler Entwicklungen in der Spieleindustrie, von denen die Visualisierungsmöglichkeiten in der räumlichen Planung ohne Frage profitieren, steigt auch der Anspruch von Betrachter und Bearbeiter an die Visualisierung dreidimensionaler virtueller Modelle. Renderprogramme setzen an dieser Stelle an und ermöglichen die Veredlung der, zuvor in CAD-Programmen erzeugten, Modelle in Form von fotorealistischen Visualisierungen. Der Suchvorgang im virtuellen Modell nach geeigneten Perspektiven kann hierbei mit dem gleichen Vorgang bei der Stadt- und Architekturfotografie in der gebauten Welt verglichen werden. Stehen zusätzlich Effektmöglichkeiten im Renderprogramm zur Verfügung, die quasi den Einstellmöglichkeiten an einer Spiegelreflex- oder Systemkamera entsprechen, wird der Vergleich zur Fotografie noch verstärkt, dabei kann es sich beispielsweise um nachfolgende Effekte handeln [MACH, PETSCHKE 2006:279F]:

- **Lens Effects** – Linsenblenden-Effekte wirken nur mit einer Lichtquelle, die gleichzeitig das Ausgangsobjekt des Effekts darstellt. Diese Effekte treten in der Natur nicht auf, sondern lassen sich nur als Wirkung durch die Betrachtung mit einer Kamera erzielen.

- **Unschärfe** – Unschärfe-Effekte lassen sich auf das ganze Bild oder einzelne Elemente anwenden. Mithilfe dieses Effektes besteht die Möglichkeit eines nachträglichen Weichzeichnens einer Szene.
- **Helligkeit/ Kontrast** – Diese Effekte ermöglichen Helligkeit und Kontrast eines Bildes nachträglich einzustellen.
- **Farbbalance** – Über die Farbbalance-Einstellungen können die Farbkanaäle nachträglich korrigiert werden.
- **Tiefenschärfe** – Die natürliche Unschärfe von Szenenelementen im Vorder- beziehungsweise Hintergrund, wie sie auch in einer Kameralinse entsteht, kann über diesen Effekt simuliert werden.
- **Brennweite** – Bei der Verwendung dieser Einstellmöglichkeiten lassen sich Standard-, Weitwinkel- und Teleobjektive, wie beim Einsatz einer Kamera mit Wechselobjektiven, simulieren. Bei der Wahl der Brennweite müssen deren jeweilige Eigenschaften beachtet werden, da hiermit das Blickfeld („Field of View“, kurz: FOV) erfasst wird [MACH, PETSCHKE 2006:96FF].

Außer dem Rendering von Einzelansichten, bietet die freie Navigation in den virtuellen Modellen die Möglichkeit, Videos zu erzeugen. Hierbei sind beispielsweise „Walkthroughs“ durch die geplante Gebäudelandschaft, virtuelle „Überfliegungen“ zur Visualisierung der zukünftigen Höhenentwicklung oder der dynamische Aufbau des Entwurfes zu dessen Erläuterung im Rahmen einer Präsentation denkbar.

Beim Rendern von Videos aus virtuellen 3D-Modellen sind nachfolgende Punkte zu beachten, beziehungsweise zu entscheiden [BROSCHART 2013:38FF unter Verwendung von MACH, PETSCHKE 2006]:

- **Kameraart:** Bei der Wahl der Kamera stehen mit der Zielkamera und der „freien“ Kamera zwei grundsätzliche Typen zur Verfügung. Bei der Zielkamera werden Kamerastandpunkt sowie deren Erfassungsziel unabhängig voneinander eingestellt. Der als „Point of Interest“ (POI) einstellbare Zielpunkt wird direkt mit einem virtuellen Objekt verknüpft. Auf diese Weise wird nicht nur im Standbild, sondern auch bei dynamischer

Bewegung die Fokussierung durch die Platzierung des Zielobjektes im Mittelpunkt des Kamerafeldes gewährleistet. Die freie Kamera wird dagegen wie die „echte“ Kamera in der gebauten Realität verwendet. Sie lässt sich frei in der virtuellen Welt bewegen und zeigt den Bereich an, der im jeweils aktuellen Blickfeld des Kamerabildes liegt, ohne dass ein Zielpunkt festgelegt werden muss [MACH, PETSCHKEK 2006:93FF].

- **Perspektive und Szenenzusammenstellung:** Außer der Wahl der geeigneten Kamera müssen im Zuge mit deren Umgang im Sinne von Szenenzusammenstellungen und Perspektiven Entscheidungen getroffen werden. Die Wahl der Perspektive ist hinsichtlich des späteren Betrachters dahingehend entscheidend, da hierdurch unterschiedliche Wirkungen bei diesem ausgelöst werden können. Eine Froschperspektive verleiht den betrachteten Objekten zusätzliche Mächtigkeit und Erhabenheit, eine Vogelperspektive befindet sich dagegen oberhalb der 3D-Szene und ermöglicht dem Betrachter einen schnellen Überblick über die Gesamtszenarie. Speziell die Umsetzung einer Vogelperspektive im virtuellen 3D-Modell ist aus dem Gesichtspunkt attraktiv, als dass diese Aufnahmen und Blickwinkel als Realaufnahmen nur unter hohem Aufwand und Mitteleinsatz realisierbar sind [MACH, PETSCHKEK 2006:103]. Walkthroughs aus der Sicht einer Person durch die 3D-Szene ermöglichen dagegen eine realitätsnahe Visualisierung, die dem Betrachter aus seinen Erfahrungen als wenig abstrakt erscheinen mag. Durch Anpassungen an der Z-Achse der Kameraposition kann diese Standardperspektive auch zur Simulation des Blickfeldes eines Kindes angepasst werden.
- **Kamerapfad:** Nach der Wahl der Kameraperspektive, ist im nächsten Schritt deren Führung durch die virtuelle Szenerie zu klären. Je nach Perspektive kann die Führung entlang eines Kamerapfades als Kameraflug über die 3D-Szene oder als virtuelle „Begehung“ in Form eines Walkthroughs erfolgen. Der Kamerapfad kann hierbei bezüglich Länge, Form und dem Setzen einzelner POIs zum Verweilen eingestellt werden. Der Einsatz zusätzlicher Rendereinstellungen, wie beispielsweise die

Verwendung von Bewegungsunschärfen (Motion Blur), verstärken den Effekt einer realistischen Darstellung beim Betrachter [MACH, PETSCHKEK 2006:113F].

- **Kamerageschwindigkeit:** Die Kamerageschwindigkeit wirkt sich entscheidend auf die Gesamtanimationszeit aus. Außer der Entscheidung für eine Geschwindigkeit mit der die Kamera durch die Szenerie geführt werden soll, muss geklärt werden, wie lange die Kamera an einzelnen Highlights verbleiben soll, damit die wesentlichen Inhalte vermittelt werden können [MACH, PETSCHKEK 2006:115]. Eine Orientierung an Richtwerten aus dem realen Leben ermöglicht eine realistische Wirkung der Kamerageschwindigkeit. Während eine Überfliegung in der Geschwindigkeit einer Helikopterbefliegung mit Geschwindigkeiten von 150-200 km/h simuliert werden kann, bewegt sich ein sich umsehender Fußgänger maximal mit einer Geschwindigkeit von 5 km/h durch die Szene [MACH, PETSCHKEK 2006:117].
- **zusätzliche Hilfsobjekte:** Der Einsatz zusätzlicher Hilfsobjekte, die auf der Fahrt entlang des Kamerapfades platziert werden, kann dem Betrachter bei der Einordnung des Gezeigten helfen [MACH, PETSCHKEK 2006:120].

Der beschriebene **Echtzeitplanungs**-Ansatz, bei der die virtuelle Welt frei erkundet werden kann, bietet gegenüber der Erstellung von Einzelansichten einen enormen Zugewinn an Transparenz: Interessierte Bürger können sich frei durch das Modell navigieren, unterschiedliche Sichtbeziehungen und -höhen austesten, eventuell Varianten miteinander vergleichen und somit eine eigene Meinung über eine Planung bilden.

Überlegungen eines **dreidimensionalen Pendants zum Bebauungsplan** (s. Abb. 59) können den Bürger bei der Übersetzungsarbeit der darin enthaltenen Festsetzungselementen und deren räumlichen Auswirkungen unterstützen [BROSCHART 2011].

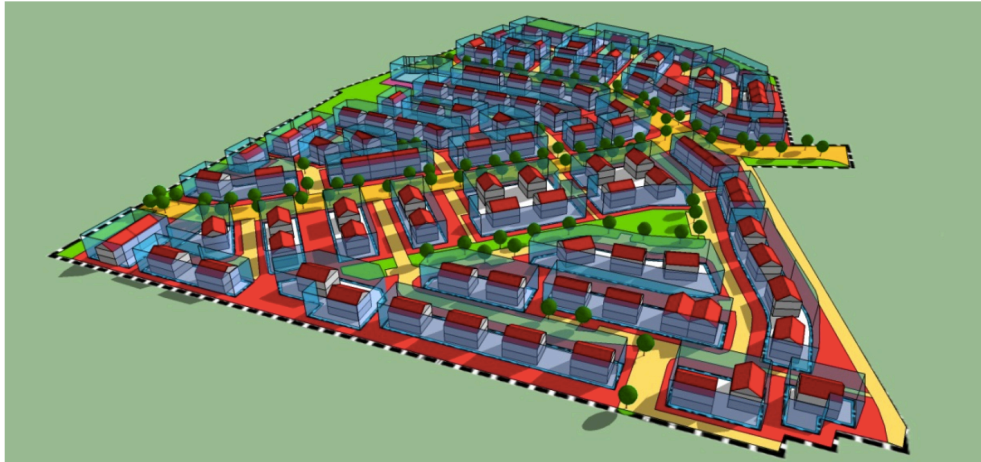


Abbildung 59: Dreidimensionale Pendanten planerischer Festsetzungselemente in einem 3D-Bebauungsplan [BROSCHART 2011]

3.3.2 360-Grad-Videos und Virtual Reality (VR)

Zur Einschätzung und anschließenden Bewertung von Realsituationen stellt die planerische Bestandsaufnahme im klassischen Sinne in der Regel immer den ersten Schritt dar. Ausgestattet mit einer Fotokamera wird die Situation vor Ort dokumentiert um diese später darlegen, diskutieren und bewerten zu können. Die Aufnahmen von Einzelansichten haben aber, genau wie die Erstellung von Einzelrenderings aus virtuellen 3D-Modellen, den Nachteil, dass sie nur die vorselektierte Sichtweise einer Person statisch festhalten und zeigen. Die in Googles Street View oder Photo Sphere Camera abrufbaren, erfassten Straßenzüge bzw. Kugelpanoramen lassen dagegen ein Umsehen in Straßen- oder Platzräumen zu [PEREZ 2014]. Das Forschungsfeld der Panoramaforschung beschäftigt sich mit den Fragen zur Erfassung räumlicher Situationen und der zur Umsetzung einsetzbaren, optischen, Techniken. Die im vorliegenden Kapitel Techniken zur Erstellung von 3D-Videos interaktiver und nicht-interaktiver Art, die Herstellung virtueller 3D-Modelle sowie die Darstellungsmöglichkeiten mit

Virtual Reality-Methoden spielen in diesem Themenfeld der **Raumerfassung** und **Raumwahrnehmung** eine tragende Rolle. Im Gegensatz zu den Augmented Reality-Methoden, die beabsichtigen die gebaute Realität um virtuelle Inhalte zu erweitern, ist bei den Virtual Reality-Methoden kein Einfluss der gebauten Realität gegeben. Das Erlebnis der gezeigten Inhalte spielt sich komplett im virtuellen Raum ab. Bei dieser virtuellen Welt kann es sich zwar um eine Abbildung der gebauten Realität handeln, jedoch hat diese in jedem Fall einen modellhaften Charakter, weil einzelne Aspekte der realen Welt ausgeblendet werden. Genau wie bei den virtuellen 3D-Modellen befindet sich der Bereich der Virtual Reality somit in einem Spannungsfeld zwischen umsetzbarem Realitäts- und Abstraktionsgrad. Mit dem Grad der Immersion wird zudem beschrieben, wie gut das Eintauchen des Nutzers in die virtuelle Welt gelingt, d.h. wie gut das System eine reale Situation simulieren kann und die Wahrnehmung äußerer Einflüsse in den Hintergrund gedrängt werden. Durch entsprechende Controller oder Erfassung körperlicher Aktivitäten des Nutzers ermöglichte Interaktionen mit dem Computersystem können den Immersionsgrad zusätzlich verstärken, der Übergang zwischen realer und virtueller Welt wird fließend [JANSSEN 2016]. Wie gut die Immersion gelingt, ist mitunter davon abhängig, wie das menschliche Sichtfeld bei der Aufnahme und anschließenden Darstellung einer räumlichen Situation simuliert werden kann. In der Literatur zur Panoramaforschung und Raumwahrnehmung gibt es mehrere Ansätze zur Beschreibung des menschlichen Sichtfeldes anhand technischer Parameter, die jedoch die zentralen Abbildungselemente vertikale Höhe und horizontaler Winkelbereich gemein haben (s. Abb. 60). Henson definiert mit „**binokularem Sehen**“ und „**Sichtfeld**“ (auch „**Field of View**“ oder FOV) hinsichtlich der Werte des horizontalen Winkelbereiches zunächst die Schlüsselbegriffe des menschlichen Sehens [HENSON 1993]. Während das binokulare Sehen mit einem Winkel von 120° gezeigt wird [ZUBE ET AL. 1974], handelt es sich bei dem, um das periphere Sehen erweiterte, menschliche Sichtfeld um einen Horizontalwinkel von 180° [DANIEL, BOSTER 1976]. **360°-Panoramas** gehen einen ersten Schritt über diese statischen Angaben hinaus und erweitern diese um eine erste dynamische Komponente: Der Mensch schaut zur Wahrnehmung einer räumlichen Situation nicht nur gerade-

aus, sondern dreht seinen Kopf zur Erfassung derer Raumeindrücke, die sich zunächst noch am Rande oder außerhalb des peripheren Sichtfeldes befinden. Mit Panoramaaufnahmen werden zwar große horizontale Winkel realisiert, jedoch wird die Höhe des menschlichen Sichtfeldes oftmals vernachlässigt. Für den Vertikalwinkel des menschlichen Sichtfeldes wird in der Literatur ein Wert von 135° vorgeschlagen [GIBSON 1979 und BARFIELD ET AL. 1995].

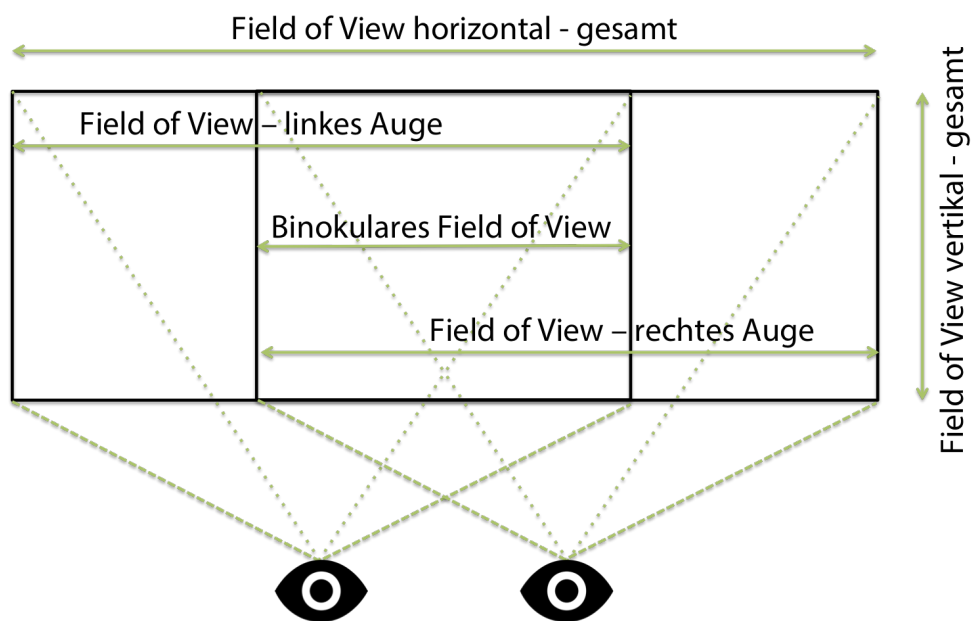


Abbildung 60: Menschliches Sichtfeld [EIGENE DARSTELLUNG nach FOLZ ET AL. 2016]

Gängige Digitalkameras bieten dagegen meist nur das Aufnahmepotential eines Vertikalwinkels von 60° bei einer Einzelaufnahme bzw. einem Panorama [YUHAN ET AL. 2015:93]. Durch den Vorschlag der Kombination zweier übereinander angeordneter Panoramen könnte dieses Problem allerdings gelöst werden [ULRICH 1981]. Eine Überlagerung zweier Panoramen ist jedoch nicht immer notwendig: Der Einsatz einer Kamera mit 60° Vertikalwinkel und 1,6 Metern Höhe bei 10 Metern Distanz zur Aufnahmeszene ermöglicht die Erfassung einer Höhe von 14 Metern. Eine zweite Panoramaaufnahme zur übereinander angeordneten Überlagerung wird erst dann benötigt, wenn Objekte mit einer größeren, als

den 14 Metern erfassbaren, Höhe aufgenommen werden sollen [YUHAN ET AL. 2015:93].

Virtual Reality wird als „virtuelle Realität“ übersetzt und lässt gegenüber der Augmented Reality keine visuellen Einflüsse aus der Umwelt auf den Betrachter zu. Der Nutzer erlebt die virtuellen Inhalte in einem von der gebauten Realität abgeschotteten Digitalraum durch den er sich bewegen und innerhalb dessen er sich umsehen kann. Zur Simulation der Tiefenwahrnehmung verwenden gängige VR-Systeme (s. Abb. 61) eine stereoskopische Darstellung. Bei dieser Side-by-Side-Anzeige wird allerdings nur ein Teil des vor dem Betrachter platzierten Bildschirms genutzt, was wiederum Auflösung und Sichtfeld beschränkt. Mit 110° (DK1) bzw. 100° (DK2) Horizontalwinkel lassen sich mit den Modellen der Oculus Rift zumindest der Teil des binokularen Sehens annähernd abbilden [DÜBNER 2014]. Eine Erweiterung der Wahrnehmung um akustische oder haptische Elemente kann den Immersionsgrad der VR-Darstellung zusätzlich erhöhen.




	Oculus Rift	Samsung Gear VR	Google Cardboard
			
ANZEIGE	Integriertes Display 100° Horizontalwinkel 1920x1080 Pixel	Samsung Smartphone Serien Galaxy S6, S7 2560x1440 Pixel	Smartphone
BESCHLEUNIGUNG UND LAGESENSOR	Integriert	Smartphone	Smartphone
ANWENDUNGEN	Windows, Mac, Linux Engines: Unity Source Engine Unreal	Samsung Internet, YouTube 360, National Geographic	Cardboard-App, YouTube 360

Abbildung 61: Aktuelle VR-Brillensysteme im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von OCULUS 2017, GOOGLE 2017]

Mit der Modellierung eines virtuellen 3D-Modells wurde im vorangestellten Kapitel bereits ein Weg zur Erzeugung einer virtuellen Welt aufgezeigt. Wird dieser klassische Weg der händischen Modellierung des virtuellen 3D-Modells verfolgt, so kann ein mit SketchUp erstelltes 3D-Modell in wenigen Schritten in einer virtuellen Welt erlebt werden. Neben der Betrachtung des virtuellen Modelles am Desktop-Rechner lässt die App „Kubity“ dessen Übertragung auf das Smartphone zu. Hierzu muss das SketchUp-Modell lediglich auf der Website von Kubity hochgeladen werden und der dabei erstellte und auf dem Bildschirm angezeigte QR-Code über die zugehörige mobile App gescannt werden. Aus dem übertragenen 3D-Modell erzeugt Kubity einen 3D-Effekt, welcher für die Betrachtung in Googles Cardboard ausgelegt ist. Der Nutzer kann nun das Modell aus allen Blickwinkeln erleben und seinen Standpunkt ändern, woraus die Visualisierung ihre Dynamik erhält.

Die Methoden zur Modellierung des virtuellen 3D-Modells haben jedoch die Gemeinsamkeit, dass die Erzeugung der virtuellen Welt mit einem verhältnismäßig großen Arbeitsaufwand verbunden ist, insbesondere, wenn ein möglichst hoher Detaillierungsgrad umgesetzt werden soll [DÜBNER 2014]. Hier setzen neue optische Erfassungstechniken an und versuchen die reale Umwelt in die virtuelle Realität zu transferieren. Die nachfolgende Abbildung zeigt aktuelle Techniken zur optischen Erfassung räumlicher Situationen in einer vergleichenden Gegenüberstellung.

	GoPro 3D-Stereo 	Kodak Pixpro SP360 	2x Kodak Pixpro SP360  → Kodak Orbit	GoPro Omni  → GoPro Fusion
SENSOR (Je Kamera)	2x GoPro Hero 2 11 MP HD-Video@30fps	214°x360° 16 MP HD-Video@30fps	2x 235°x360° 16 MP 4K-Video@30fps	6x GoPro Hero 4 12 MP 4K-Video@30fps
FORMATE	Anaglyphes 3D, Stereo 3D	214° Ultra-Wide, Dome 214°x360°	197° Ultra-Wide, Dome 235°x360°, Spherical VR 360°x360°	Spherical VR 360°x360°
SOFTWARE	GoPro Studio	Kodak SP360 Desktop-Editing Anwendung + SP360 App	Kodak SP360 Desktop-Editing Anwendung + SP360 App	Kolor Editing Software

Abbildung 62: Aktuelle Techniken zur optischen Raumerfassung im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]

Über eine Kabelverbindung zweier in einem bestimmten Abstand angeordneten, separater Kameras erfolgt mit GoPros Side-by-Side-Gehäuse eine synchronisierte, simulierte Erfassung des linken und rechten „Auges“. Mit der Software „GoPro Studio“ werden die mit „L“ und „R“ betitelten Videodateien anschließend zu einem **3D-Video** überlagert, welches in mehreren Varianten exportiert werden kann. Die Vorgehensweise bei der Erfassung der Raumsituation bleibt in beiden, der im Folgenden beschriebenen, 3D-Videoexporte gleich [FOLZ 2016, FOLZ ET AL. 2016].

Anaglyphe 3D-Videos bestehen aus einer Überlagerung eines roten und eines blauen Einzelvideos. Der 3D-Effekt wird durch den Einsatz einer rot-blauen 3D-Brille erzeugt. Nachteil bei dieser 3D-Videotechnik ist jedoch, dass die Farbwerte nicht entsprechende der natürlichen Farbgebung wahrnehmbar sind, sondern zur Erzeugung des 3D-Effektes verfärbt werden müssen. Dadurch leiden Farbgebung und Qualität des Bildes und der Immersionsgrad wird entsprechend reduziert [FOLZ ET AL. 2016].

Eine Side-by-Side Darstellung des 3D-Videos benötigt dagegen keine Veränderungen hinsichtlich der Bildfarbe. Die Zuschnitte, der beiden separat aufge-

zeichneten Videos der nebeneinander angeordneten Kameras werden in einem zweigeteilten Video nebeneinander angeordnet. Der 3D-Effekt wird durch die Verwendung eines Google Cardboard oder ähnlichen VR-Brillen erzeugt, bei der die beiden Videoteile, genau wie beim binokularen Sehen, vom Betrachter zusammengeführt werden [FOLZ ET AL. 2016].

Durch die Verwendung einer, mit Ultraweitwinkel und gekrümmter Linse ausgestatteten, Kamera, als Beispiel sei hier die Kodak PIXPRO SP360 genannt, lassen sich mit einer Aufnahme Blickwinkel von 360° mal 214° erfassen. Um den räumlichen Eindruck vermitteln zu können, muss die erstellte Aufnahme anschließend weiterbearbeitet werden. Bei der Prozessierung in einem Videobearbeitungsprogramm kann dann gewählt werden, ob das Video als Weitwinkelaufnahme, Kugelpanorama oder als interaktives Video, innerhalb dessen sich der Betrachter umschauen kann, angelegt werden soll. Das „Umsehen“ kann dabei durch Einsatz der im Smartphone verbauten Lage- und Beschleunigungssensoren oder durch Scrollen realisiert werden und die aufgenommene Raumsituation erlebt werden [FOLZ ET AL. 2016]. Wird das Smartphone dabei in ein Google Cardboard oder VR-Brillen ähnlichen Bauprinzips eingelegt, folgt die Anzeige des Videos entsprechend den Kopfbewegungen des Betrachters.

Die Erfassung von Raumsituationen mit 360° -Kameras und die Präsentation dieser Aufnahmen über VR-Brillen eröffnet sowohl im Anwendungs- als auch im Forschungsbereich der Raumplanung vielfältige Einsatzpotentiale. Beim Einsatz zur Bestandsaufnahme kann der erfasste Raumeindruck später im Büro noch einmal „erlebt“ werden und lässt verschiedene Blickwinkel zu (s. Abb. 63). Bei Beteiligungsverfahren bietet sich der Einsatz zur Vermittlung raumrelevanter Aspekte an. Bei entsprechender Bereitstellung der dabei verwendeten Datensätze, kann der Informationsgehalt auch außerhalb der Informationsveranstaltungen erfahren werden. Jeder Interessierte kann die Daten mit seinem Smartphone erleben, beispielsweise beim Einsatz eines 360° -YouTube-Videos auf dem eigenen Smartphone, welches in ein Google Cardboard eingelegt wird. Neuplanungen können auf diese Weise aus der „First-Person-View“ (FPV) erlebt werden und Planungsabsichten aus dem visuellen Eindruck abgeleitet werden [FOLZ ET AL. 2016].



Abbildung 63: Virtual Reality-Erlebnis durch den Einsatz eines Smartphones in die Samsung Gear VR [EIGENE DARSTELLUNG]

Durch die Kombination von UAS-Aufnahmen mit virtuellen Modellen können sich auch neue Perspektiven eröffnen, welche als VR-Visualisierung präsentiert werden können. Ein Einsatz eines solchen VR-Panoramas auf Basis einer UAS-Aufnahme bietet sich vor allem in solchen Fällen an, wenn die Sichtbeziehungen aus einer durch die bauliche Maßnahme erzielten Höhe gezeigt werden sollen. Mit einem UAS kann auf die Höhe eines bestimmten Stockwerkes eines zukünftigen Hochhauses oder wie im nachfolgenden Fall bei der Machbarkeitsstudie einer urbanen Seilbahn [ADOLF ET AL. 2016, BUSCHLINGER ET AL. 2016, DAUDE ET AL. 2016] auf die potentielle Seilbahnkabinenhöhe geflogen werden. Die auf dieser Position getätigten Aufnahmen können mit einem Innenraumrendering überlagert werden, so dass der Eindruck des Blicks aus der Kabine heraus erzeugt wird. Zusätzlich kann durch einen Streckenflug mit entsprechender Geschwindigkeit der zukünftigen Seilbahnkabine, deren Fahrt optisch simuliert werden. An der Planung Interessierte können sich das 360°-Video ansehen und sich dabei einen Eindruck von den Blickbeziehungen verschaffen (s. Abb. 64).

Ebenso kann auf diese Weise der umgekehrte Fall, das heißt was aus Datenschutzgründen von einer Seilbahnkabine aus nicht ersichtlich sein soll, vorab simuliert und untersucht werden um anschließend entsprechende Maßnahmen einleiten zu können und die Planung anzupassen [LEIDECKER ET AL. 2017].

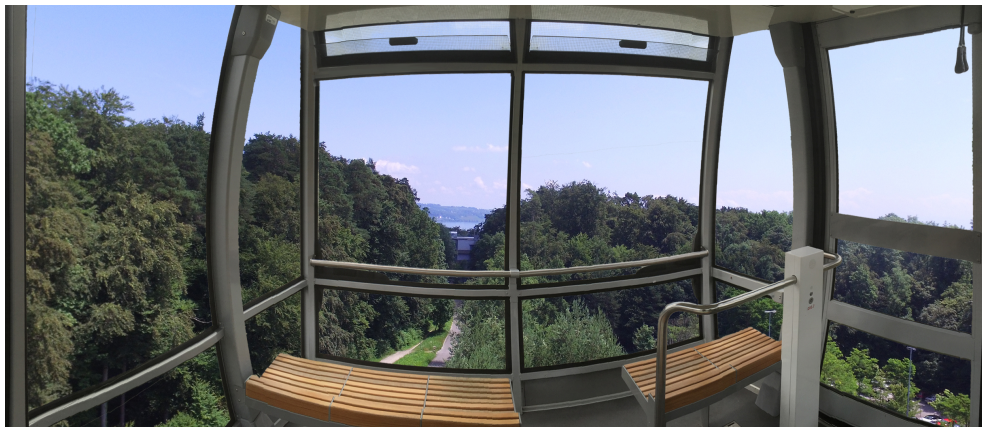


Abbildung 64: Ausschnitt aus der 360°-Simulation des Ausblicks aus einer Seilbahnkabine [LEIDECKER ET AL. 2017]

3.3.3 Augmented Reality (AR)

Im Zuge der Verbreitung von Smartphones und deren technischer Fortentwicklung hat auch das Themengebiet der mobilen Visualisierung den Einzug in den Alltag geschafft. Mit der Augmented Reality-Technik (auch kurz: AR), die sich als „erweiterte Realität“ oder „überlagerte Realität“ übersetzen lässt und den realitätsvirtualisierenden Methoden angehört, wird allgemein die Überlagerung menschlicher Sinneswahrnehmungen existierender Situationen mit zusätzlichen, virtuellen Inhalten in Echtzeit bezeichnet [MILGLRAM, COLQUOHOUN 1999]. Die Palette dieser überlagernden Inhalte reicht von einfachen Textinformationen über Bilder, Audio- oder Videodateien bis hin zu 3D-Modellen. Die eingesetzten AR-Techniken lassen sich nach den zugrundeliegenden Verfahren

unterscheiden bieten vielseitige Einsatzmöglichkeiten in der räumlichen Planung [REINWALD ET AL. 2013]. Einerseits können georeferenzierte Inhalte direkt am Ort des Geschehens erlebt werden, andererseits kann eine als Marker fungierende Karte dem Betrachter auf virtuellem Wege die darin verborgenen Informationen offen legen. Ein spielerischer Umgang mit durchaus komplexen Themen des Planungsbereiches ist hierbei – ganz im Sinne des bereits erwähnten „Homo ludens – Der spielende Mensch“-Ansatzes – gewünscht und für die Meinungsbildung des Nutzers über den Weg der Information, des Lernvorgangs, der Verknüpfung mit bestehendem Wissen und der Beurteilung der vermittelten Inhalte sogar zielführend [STREICH 2011:217]. Jede der nachfolgend betrachteten AR-Techniken hat ihre Bestandsberechtigung, eignet sich aufgrund ihrer jeweils spezifischen Eigenschaften jedoch nicht zur Kommunikation jedes beliebigen Inhaltes.

Zur Umsetzung einer AR-Visualisierung werden immer vier Elemente benötigt [HÖHL 2008:10, ZEILE 2011]:

- **Rendereinheit:** Ein Computer mit zugehöriger Software, die die Computergrafik erzeugt.
- **Trackingeinheit:** Ein in die Verfahren der Geolokalisierung und der Bilderkennung unterscheidbares System zur Bestimmung von Smartphone-Position und Lage.
- **Aufnahmesystem:** Eine Kamera zur Erfassung der existierenden Real-situation.
- **Anzeigesystem:** Ein Monitor oder Beamer zur Anzeige der AR-Visualisierung.

Liegen die vier genannten AR-Elemente vor, lassen sich nach den weiteren Ausführungen von Höhl hiermit vier unterschiedliche AR-Verfahren umsetzen [HÖHL 2008:12]:

- **Projective Augmented Reality** (kurz: PAR) bezeichnet die Projektion virtueller Inhalte auf real existierende Objekte. Hierbei kommen Beamer zum Einsatz, die jedoch bei jeder Neuorientierung neu ausgerichtet und eingestellt werden müssen. Anpassungen und Skaliervorgänge der digi-

talen Inhalte lassen sich mit diesem Verfahren folglich nur unter erschwerenden Bedingungen umsetzen.

- **Video See-Through** (kurz: VST) bezeichnet ein Verfahren, bei dem die zusätzlichen Inhalte auf einem Monitor gezeigt werden, der direkt vor dem Auge des Betrachters platziert wird. Bei der dabei zum Einsatz kommenden Brille handelt es sich um eine solche, die nach außen undurchlässig ist, so dass ein abgeschlossener Blickbereich entsteht.
- **Optical See-Through** (kurz: OST) funktioniert im Grunde ähnlich wie das VST-Verfahren, jedoch werden die virtuellen Inhalte in diesem Fall auf einen halbdurchlässigen Spiegel projiziert, welcher ebenfalls vor dem Auge des Nutzers platziert wird. Gegenüber dem geschlossenen System der VST werden beim Verfahren der OST dagegen die Blickbeziehungen zur umgebenden Realsituation nicht eingeschränkt.
- **Monitor Augmented Reality** (kurz: MAR) stellt das wohl einfachste Verfahren einer AR-Visualisierung dar. In diesem Fall werden erfasste Realsituation und überlagerte virtuelle Inhalte auf einem Monitor angezeigt. Da die zur Umsetzung notwendigen Elemente mittlerweile zur Standardausstattung nahezu jedes Smartphones gehören, handelt es sich bei diesem AR-Verfahren auch um dieses, welches sich mit den „Kleinstcomputern im Hosentaschenformat“ umsetzen lässt. Die mobile Variante kann gar als eine Weiterentwicklung der „klassischen MAR“ angesehen werden, da der Nutzer nicht länger an einen festen Standort gebunden, sich frei im Raum bewegen kann und somit das Einsatzgebiet dieser Technik erweitert [ALLBACH ET AL. 2011].

Wie bereits bei den vorauszusetzenden Elementen einer AR-Visualisierung erwähnt, lassen sich die AR-Applikationen unter anderem aufgrund der zugrunde liegenden Tracking-Technik kategorisieren. Während einige AR-Apps hierzu auf ein Verfahren der Geolokalisierung setzen, verwenden andere AR-Apps eine auf Bilderkennung basierende Marker-Technik. Bei der Geolokalisierung werden die als Überlagerung darzustellenden Inhalte mit Geo-Koordinaten versehen, so dass diese dann auf dem Smartphone angezeigt werden, wenn der Nutzer mit

selbigem die entsprechende Geo-Position erreicht. Beim Einsatz der Marker-Technik zur Verortung der virtuellen Inhalte ist ein Geo-Bezug nicht zwingend erforderlich. Bei diesem Verfahren wird der zuvor zugeordnete AR-Inhalt dann über dem Marker projiziert angezeigt, sobald der Nutzer den Marker mit seiner über die AR-App angesteuerte Smartphone-Kamera scannt und ein Abgleich mit der verbundenen Datenbank bestätigt wird. Im Gegensatz zur eher passiven Verhaltensweise des Nutzers bei der Verwendung einer auf Geolokalisierung basierenden AR-App, bei welcher die hinterlegten Inhalte automatisch nach Erreichen der jeweiligen Geo-Position angezeigt werden, muss der Nutzer der auf Marker-Technik basierenden AR-App die entsprechenden Situationen aktiv und bewusst erfassen.

Außer der Unterscheidung nach der eingesetzten Tracking-Technik lassen sich die AR-Apps zudem nach dem Speicherort der zu augmentierenden Inhalte unterscheiden. Neben der Möglichkeit des Speicherns der AR-Inhalte auf einem Server, von wo diese wiederum auf die, auf dem Smartphone installierte, AR-App zur Anzeige gestreamt werden müssen, gibt es auch Applikationen die eine lokale Speicherung auf dem Endgerät zulassen. Aus dieser Unterscheidung ergeben sich wesentliche Auswirkungen hinsichtlich der angestrebten Nutzerzahlen und des umsetzbaren Detaillierungsgrades. Während mit einer Streaming-Variante die Barriere zunächst relativ niedrig gehalten wird, was die notwendige Vorbereitung angeht und sich somit aufgrund des zentral abgelegten AR-Inhaltes hohe Nutzerzahlen erreichen lassen, stellt die Qualität der mobilen Internetverbindung den „Flaschenhals“ bezüglich des damit umsetzbaren Detaillierungsgrades dar. Werden große Datenmengen nur langsam auf das Endgerät gestreamt, kann sich dadurch das Nutzererlebnis erheblich einschränken. Im Gegensatz hierzu bietet die Verwendung des lokalen Endgerät-Massenspeichers zur Ablage des AR-Inhaltes größere Potentiale wenn der Fokus auf einem höheren Detaillierungsgrad liegt. Mit diesem Verfahren lassen sich größere Datenmengen als AR-Visualisierung umsetzen und der einhergehend realisierbare Detaillierungsgrad wird theoretisch nur durch die Hardware-Konfiguration des mobilen Endgerätes begrenzt. Im Gegensatz zur einem Streaming-Verfahren, stehen bei der Verwendung des lokalen Speicherplatzes zur Ablage des virtuel-

len Inhaltes mehr Vorarbeiten an, was für eine Zielsetzung zur Erreichung einer größtmöglichen Nutzerzahl wiederum aufgrund der höheren Barrierewirkung hinderlich sein könnte [BROSCHART 2013 und BROSCHART, ZEILE 2014].

Die bereits seit 2009 verfügbare Anwendung „Layar“ wird in zwei Varianten angeboten, die sich nach der zum Einsatz kommenden Tracking-Technik unterscheiden lassen. In beiden Fällen wird der zu überlagernde virtuelle Inhalt auf das mobile Endgerät von einem Server gestreamt. Die erste Version von Layar basierte auf dem Verfahren der Geolokalisierung (s. Abb. 65), für deren Einsatz zunächst ein Server aufgesetzt werden muss, auf dem die zu streamenden Informationen mit zugehörigen Geo-Koordinaten hinterlegt werden müssen. Nach einer Registrierung bei Layar, müssen die Informationen eines eindeutigen Kanalnamens und der Server-URL unter der die hinterlegten Geodaten abgerufen werden können, hinterlegt werden. Beim Aufrufen des Geo-Kanals durch einen Nutzer über die zugehörige Layar-App werden die Datenbankdaten abgeglichen und der hinterlegte Inhalt bei Erreichen der jeweiligen Geo-Position automatisch auf dem Smartphone-Display über dem Kamerabild überlagert angezeigt [LAYAR 2009].

Ein Problem dieser AR-Technik stellt eine gewisse Ungenauigkeit der Verortung per GPS-Signal dar, aufgrund derer die augmentierten Inhalte „zu springen“ beginnen können. Zudem wird der virtuelle Inhalt immer im Vordergrund real vorhandener Objekte dargestellt und könnten diese in der AR-Visualisierung fälschlicherweise verdecken.



Abbildung 65: Mit Layar umgesetzter, vor Ort erlebbarer, augmentierter 3D-Bebauungsplan [EIGENE DARSTELLUNG]

Neben diesen Problemen beim Einsatz von Layar stellt das Aufsetzen eines eigenen Servers die wahrscheinlich größte Herausforderung im Rahmen der Vorbereitung einer AR-Visualisierung dar. Webplattformen mit grafischer Benutzeroberfläche wie beispielsweise die am DFKI in Kaiserslautern entwickelte RADAR-Plattform (Resource Annotation and Delivery for Mobile Augmented Reality Services) setzen an dieser Stelle an und ermöglichen es auch Nicht-Experten, eigene Punkte auf der Grundlage einer Webkarte zu setzen und diese mit zusätzlichen virtuellen Inhalten zu verknüpfen. Die auf diese Weise verorteten Datensätze können anschließend in mehrere AR-Browser (Layar, Junaio, Wikitude) gestreamt und durch Abruf über die jeweilige App vor Ort erlebt werden [MEMMEL, GROß 2011].

Die seit 2011 in die Layar-App integrierte Variante „Layar Vision“ basiert hinsichtlich ihrer verwendeten Tracking-Technik auf einem Verfahren der Bildererkennung. Die App startet hierzu in einer Art „Scan-Modus“ und fordert den Nutzer auf sich auf die Suche nach Markern zu machen und diese mit den bereits auf dem Server hinterlegten Bildern abzugleichen, so dass anschließend der zu augmentierende Inhalt in die erfasste Situation eingepasst und überlagert dargestellt werden kann. Im Zuge dieser Neuerungen wurde die Layar-Homepage

um den sogenannten „Layar Creator“ ergänzt, der eben eine solche grafische Benutzeroberfläche bietet, die bei der auf Geolokalisierung basierenden Variante von Layar noch selbst oder von Dritten aufgesetzt werden musste. Im „Layar Creator“ kann der Nutzer einen eigenen Kanal in Form einer „Kampagne“ anlegen, die später als Marker fungierenden Bilddateien hochladen und diese in einem nächsten Schritt per „Drag-and-Drop-Funktion“ um zu augmentierende Inhalte ergänzen und diese direkt auf dem Marker-Hintergrund einpassen [LAYAR 2011]. Da die Anwendung von Layar Vision deutlich auf Print-Medien ausgerichtet ist, muss zum Einsatz im Outdoor-Bereich beachtet werden, dass die, auf Tages-, Jahreszeiten und Witterungsbedingungen zurückzuführenden, wechselnden Lichtverhältnisse für die Bilderkennung eine wesentliche Herausforderung darstellen und die als Marker fungierende Realsituation schwerer erkannt werden kann, als dies beispielsweise bei einem Printmedium der Fall ist. Zudem müssen Elemente, wie parkende Autos oder reflektierende Fenster, die die Bilderkennung zusätzlich erschweren könnten mit einem Bildbearbeitungsprogramm aus der Marker-Situation retuschiert werden. Beim 2013 in Saarbrücken durchgeführten Studienprojekt „Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben“ wurde der Testversuch unternommen, die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Bilderkennung durch das Hinterlegen mehrerer Fotos einer Bestandssituation bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen, jedoch dem Hinzufügen der gleichen AR-Inhalte zu erhöhen. Wird der Scan der Realsituation zu einer anderen Tageszeit durchgeführt, springt die Bilderkennung auf einen entsprechenden Marker um, zeigt aber den gleichen Inhalt überlagert an. Erfahrungswerte zeigen dabei, dass die Marker-Situation ab einer Erkennung von mindestens zwei Dritteln des Bildausschnittes erfolgreich verläuft und die Überlagerung dargestellt werden kann [BIWER ET AL. 2013].

Neben den anhand des Beispiels „Layar“ bereits erläuterten AR-Applikationen bei denen die zu augmentierenden Inhalte auf das Endgerät des Betrachters gestreamt werden, gibt es auch AR-Apps bei denen der AR-Inhalt lokal gespeichert werden kann. „Sightspace 3D“ [LIMITLESSCOMPUTING 2017] und „Augment“ [AUGMENT 2017] sind zwei beispielhafte Vertreter, welche die Eigenschaft der Verwendung des Lokalspeichers aufweisen, dadurch lediglich hin-

sichtlich der Hardware-Konfiguration des mobilen Endgerätes limitiert werden und somit das Potential zur Realisierung eines deutlich höheren Detaillierungsgrades in der Darstellung im Vergleich zu Streaming-basierten Anwendungen bieten. 3D-Modelle werden im KMZ-Dateiformat auf das Mobilgerät synchronisiert und können entweder in einem 3D-Viewer oder als über das Kamerabild überlagerte AR-Visualisierung dargestellt werden. „Sightspace 3D“ lässt hierbei auch den Zugriff auf Trimbles 3D-Warehouse zu, aus dem 3D-Modelle im KMZ-Format auch direkt heruntergeladen und innerhalb der App zur Umsetzung einer Augmentierung direkt weiter verwendet werden können. Hinsichtlich der Tracking-Technik verwendet „Sightspace 3D“ mehrere Varianten: Neben der Möglichkeit der Geolokalisierung bei der das 3D-Modell direkt an der verorteten Geoposition erlebt werden kann, bietet die App auch die Platzierung auf einem Marker an. Diese beiden Techniken werden um die Möglichkeit einer manuellen Einpassung und Korrekturen des 3D-Modells durch den Nutzer über dem Kamerabild ergänzt [LIMITLESSCOMPUTING 2017].

Die von Inglobetechnologies angebotene Anwendung „AR Media“ wird als Plug-In für gängige 3D-CAD-Programme (z.B. SketchUp) mit zugehörigem AR-Viewer angeboten. Nach Installation wird AR Media als zusätzliche Exportfunktion in das CAD-Programm integriert und das zuvor erstellte 3D-Modell kann anschließend im eigenen ARMEDIA-Dateiformat abgespeichert und einem Marker zugewiesen werden. Der Marker kann hierbei unter Beachtung bestimmter Vorgaben teil-individualisiert werden, damit später eine Erkennung und korrekte Skalierung des 3D-Modells im AR-Viewer gewährleistet wird [AR MEDIA 2017]. Die Verknüpfung des virtuellen 3D-Modells mit Markern kann auch durch ein Nebeneinander-Platzieren der Marker im Raster und der Zuordnung von Teilbereichen des 3D-Modells erfolgen. Hierdurch wird später im AR-Viewer ein „virtueller Flug“ durch bzw. über das Modell möglich, weil die Anwendung entsprechend der Kameraführung innerhalb des Marker-Rasters von einem Marker zum nächst benachbarten springt und dessen verknüpftes Teilmodell anzeigt [NOLL 2012]. Der Austausch einzelner Marker und damit ihrer verknüpften 3D-Modelle bietet dagegen Einsatzpotentiale bei der Diskussion von Varianten.

Der AR-Viewer ist als App für Smartphone oder Tablet mit den Betriebssystemen iOS und Android verfügbar. Das im ARMEDIA-Format exportierte 3D-Modell muss zuvor auf das Endgerät synchronisiert und lokal gespeichert werden. Wird der ausgedruckte Marker nun mit der Smartphone-Kamera über die App erfasst, wird das AR-Modell auf dem Smartphone-Display angezeigt.


	LAYAR 	AR MEDIA 	AUGMENT 	SIGHTSPACE 3D 
TRACKING	GPS (Geo-Layar) Bilderkennung (Layar Vision)	Bilderkennung (Marker)	GPS Bilderkennung (Marker)	GPS Bilderkennung (Marker)
SPEICHER	Streaming (Server)	lokal	lokal	lokal
MEDIEN	Text Links Fotos Audio Videos 3D-Modelle	3D-Modelle	3D-Modelle	3D-Modelle Text (Notizfunktion)

Abbildung 66: Aktuelle AR-Apps im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]

Die Einsatzmöglichkeiten von AR-Anwendungen in der räumlichen Planung sind vielseitig, die Auswahl der zur Vermittlung der jeweiligen Information geeigneten Technik muss nach deren Eigenschaften (s. Abb. 66) und den damit verbundenen Möglichkeiten erfolgen. Die als Geo-Ebene in „Layar“ angelegten Projekte „Talking Places Kaiserslautern“ [HESCH 2011] und „Location Based Audio“ [DÖRRZAPF 2012] platzieren Inhalte innerhalb des Stadtraumes, die der Nutzer entdecken kann und soll. Beide Projekte verfolgen den Ansatz des „Urban Story-Telling“ und damit Geschichten im urbanen Raum zu verorten und erlebbar zu machen. „Talking Places“ beruht dabei auf dem Gedanken, historisch bedeutsame Gebäude Kaiserslauterns die, aufgrund von Kriegszerstörungen oder zwischenzeitlichem Abbruch, nicht mehr im Stadtbild vorhanden sind, auf

virtuellem Wege wieder in dieses zu integrieren und erlebbar zu machen. Die Arbeit „Location Based Audio“ betrachtet dagegen die Potentiale der Integration von Audio-Dateien in einen augmentierten Geo-Layer in Form eines verknüpften „Audio-Walks“ (s. Abb. 67). Am Beispiel der Stadt Wien konzipiert, läuft der Nutzer eine Geo-Position nach der anderen im Stadtraum Wiens ab und kann sich bei Erreichen der jeweiligen Positionen Hintergrundinformationen zu diesem Ort anhören. Der georeferenzierte „Audio-Walk“ übernimmt hierbei die Funktion eines digitalen Stadtführers [DÖRRZAPF 2012].

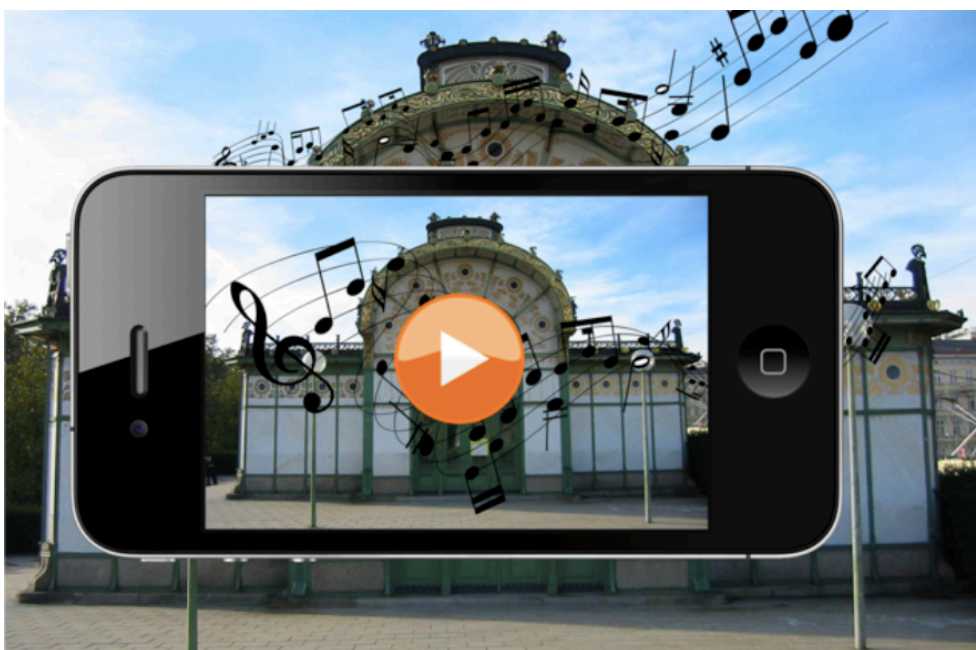


Abbildung 67: Urban Story-Telling [BROSCHART 2013 nach DÖRRZAPF 2012]

Das, in Saarbrücken im Rahmen der Vorbereitung des „Tag des offenen Denkmals 2013“, durchgeführte Studienprojekt „Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben“ hatte ebenfalls die Erstellung eines digitalen Rundgangs zum Ziel. Mit dem Ziel Bürger für die von Architektur der 50er-Jahre geprägte Eisenbahnstraße Saarbrückens zu sensibilisieren und auf deren, oftmals erst „auf den zweiten Blick“ erkennbare, Details und Besonderheiten hinzuweisen, wurde der Rundgang unter Verwendung der auf Bilderkennung basierenden Variante von

„Layar“ umgesetzt. Da die Nutzer bei dieser Version die zu scannende Szenerie zunächst erkennen müssen, bevor der zu überlagernde AR-Inhalt eingeblendet werden kann, ist beim Einsatz dieser Version das Angebot eines geführten Rundgangs empfehlenswert. Bei der Eröffnung des „Tag des offenen Denkmals 2013“ in Saarbrücken wurde ein klassischer Architektenrundgang um die digitalen Inhalte ergänzt (s. Abb. 68), die Interessierten an den entsprechenden Stellen auf die virtuellen Inhalte hingewiesen, so dass diese unter Verwendung ihres eigenen Smartphones die Szenerie scannen und die hinterlegten Inhalte erleben konnten.



Abbildung 68: „Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben“ in Saarbrücken am Tag des offenen Denkmals 2013 [EIGENE DARSTELLUNG]

Für diejenigen Interessierten, die am Rundgang durch die Eisenbahnstraße nicht teilnehmen konnten, wurde das Angebot um auf einem mit „AR Media“ umgesetzten und auf einem Marker platzierten Modells an einem zentralen Informationsstand ergänzt [BIWER ET AL. 2013, EXNER ET AL. 2013, BROSCART 2013, BROSCART ET AL. 2013].

Marker-basierte AR-Anwendungen wie „AR Media“ von Inglobetechnologies oder die mittlerweile nicht mehr verfügbare Nemetschek-Anwendung „AR-

Works“, die eine lokale Speicherung der Inhalte zulassen, eignen sich insbesondere durch den Austausch einzelner Marker für die Diskussion von Varianten detaillierter Modelle [INGLOBETECHNOLOGIES 2017]. Der nur als Desktop-Version verfügbare AR-Viewer von „AR-Works“ bietet hierzu Optionen zum Ein- und Ausblenden einzelner Modellebenen oder der Durchführung einer Schattensimulation [NEMETSCHEK 2012].

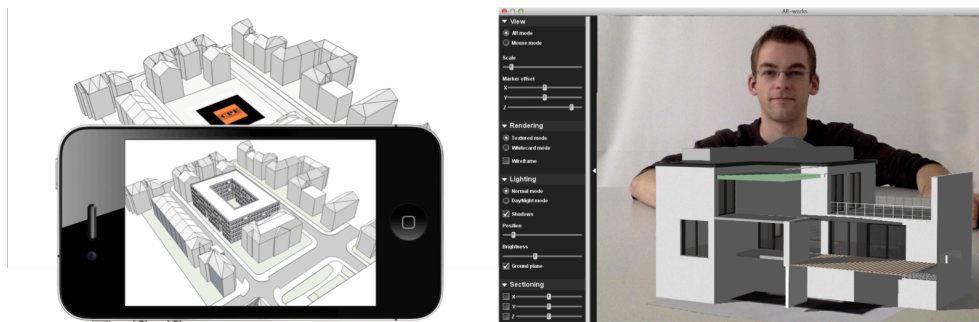


Abbildung 69: Mit AR Media (links) und AR-Works (rechts) umgesetzte AR-Visualisierungen auf Marker-Basis [EIGENE DARSTELLUNG]

Das bereits erläuterte Projekt „Bebauungsplan 3D? – Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen“ untersucht die Potentiale einer dreidimensionalen Visualisierung von Bebauungsplanfestsetzungen. Neben der Betrachtung des 3D-Modells eines Bebauungsplans innerhalb eines rein virtuellen Viewers, bietet die AR-Darstellung durch die direkte Verknüpfung mit der Umgebung weitere Potentiale: Der ausgedruckte Bebauungsplan kann in zweidimensionaler Form selbst als Marker für darauf platzierte, überlagerte Inhalte fungieren (s. Abb. 70). Auf diese Weise werden die Inhalte des Bebauungsplans ebenen-weise entschlüsselt und dem interessierten Betrachter näher gebracht.



Abbildung 70: Augmentierter Bebauungsplan [BROSCHART, ZEILE 2014]

3.3.4 Zwischenfazit

In kaum einem anderen planerischen Feld wird die Betroffenheit der Bevölkerung so deutlich, wie in der baulichen (Um-)Gestaltung ihres Lebensraumes. Um die Auswirkungen einer Planung zu vermitteln ist jedoch oftmals ein gut geschultes räumliches Vorstellungsvermögen notwendig, um die räumlichen Aussagen aus den zumeist zweidimensionalen Planwerken herauslesen zu können. Der Planer hat beim damit einhergehenden Kommunikationsprozess die Aufgabe als „Anwalt der Betroffenen“ zu fungieren und die städtebaulichen und umweltplanerischen Aussagen zu vermitteln, damit jede betroffene Person ihre eigene Meinung bilden und etwaige Einwände im Rahmen des Beteiligungsprozesses mitteilen kann. Um die von der Planung losgetretenen baulichen Veränderungen begreifen zu können, bietet sich der Einsatz dreidimensionaler Visualisierungstools an um den Abstraktionsgrad zwischen Realität und Planung zumindest hinsichtlich der Dimension zu verringern.

Beim Vergleich zwischen Bestandssituation und Planung bieten sich Einsatzpotentiale für neue Techniken zur Erfassung und Präsentation von Raumsituationen. Die miteinander verschnittenen Aufnahmen von 360°-Kamerasystemen geben einen Eindruck einer Bestandssituation und bietet den Ansatz zu deren Dokumentation. Planungsvarianten können anschließend dreidimensional modelliert und auf verschiedensten Wegen präsentiert werden. Augmented Reality-Methoden bieten die Möglichkeit der Überlagerung der Bestandssituation um zusätzliche digitale Inhalte. Ein zukünftiges Gebäude und dessen Einfügen in die gebaute Umgebung, lässt sich auf diese Weise in einem direktem Bezug beurteilen. Virtual Reality-Methoden spielen sich im rein virtuellen Raum ab und ermöglichen so einen hohen Immersionsgrad. Egal ob es sich bei dem gezeigten Inhalt um ein zuvor erfasstes 360°-Video eines Ortes oder um ein virtuelles 3D-Modell handelt, das virtuell besucht und erkundet werden kann, der Nutzer taucht, ohne Einflüsse der ihn umgebenden gebauten Welt, vollkommen in die virtuelle Welt ab.

Die Anzahl der Präsentationsmethoden und der damit umsetzbare Detaillierungs- und Immersionsgrad steigt mit jeder Entwicklungsstufe der eingesetzten Techniken. Da die Nutzergruppen sich jedoch individuell unterscheiden, ist eine Beschränkung auf einzelne Medien im Rahmen der Kommunikation von Planungsinhalten nicht ratsam, sondern ein multimedialer Einsatz zu verfolgen. Durch ein vielschichtiges Angebot kann der Nutzer selbst wählen, auf welche Art er sich informieren und die Planung erleben will. Ein spielerischer Umgang ist beim Einsatz der Visualisierungstechniken durchaus gewünscht. Werden die Inhalte transparent vermittelt und ein Ausschluss einzelner Gruppen – das Stichwort des „Digital Divide“ sei an dieser Stelle beispielhaft genannt - vermieden, bietet der Einsatz der vorgestellten Methoden im Einsatzbereich der Gestaltungsplanung deutliche Mehrwertpotentiale für Planer und an der Planung Interessierte.

3.4 Kommunikationsplattformen

In der Stadt- und Umweltplanung ist **Kommunikation** von zentraler Bedeutung. Sie dient dem Informationsaustausch, stellt einen wesentlichen Teil von Partizipation dar und spielt somit eine wichtige Rolle bei der Konsensfindung im Rahmen von Planungsentscheidungen. Einerseits bedienen sich Planer „eines in Fachkreisen sehr festgesetzten und durch Gesetzesvorgaben definierten Wortschatzes, um ein Problem in der Planung zu definieren“ [ZEILE 2010:21], andererseits wird Planung aber nicht nur in diesen Fachkreisen diskutiert, sondern es muss auch dem sogenannten interessierten Laien die Möglichkeiten einer eigenen Meinungsbildung eröffnet werden. Information und Kommunikation sind von essentieller Bedeutsamkeit um eine verständliche Vermittlung planerischer Problemstellungen gegenüber Laien und deren freie Meinungsbildung zu gewährleisten. Allgemein betrachtet, lässt sich dabei feststellen, dass der dabei zu behandelnde Kommunikationsprozess den analytischen Kategorien der **Kommunikationstheorie** unterliegt und sich diese anwenden lassen [FÜRST SCHOLLES 2008:198 in ZEILE 2010:20].

Die nachfolgende Abbildung zeigt dazu schematisch, wie der Planer zunächst seine Kernaussage als Nachricht codiert und diese vom Empfänger wiederum decodiert werden muss.



Abbildung 71: Vorgang der Plankommunikation nach dem Sender-Empfänger-Prinzip [EIGENE DARSTELLUNG nach FÜRST SCHOLLES 2008:198]

Da der Empfänger bei dem anstehenden Decodierungsvorgang innerhalb seines eigenen Deutungsschemas verbleibt können Übermittlungsfehler entste-

hen. Bei der Übersetzung der erhaltenen Information in die eigene Sprache, wird der Empfänger von einwirkenden Emotionen beeinflusst, was zu einer verfälschten Interpretation des gesendeten Inhaltes führen kann [FÜRST SCHOLLES 2008:198 in ZEILE 2010:21]. Liegen eine oder mehrere der nachfolgenden Voraussetzungen vor, können **Fehler** nicht nur beim Decodierungsvorgang durch den Empfänger, sondern auch auf allen Zwischenstationen des Transportweges der Nachricht entstehen [ZEILE 2010:22]:

- Die Information ist mangelhaft.
- Der Adressat empfängt die Information nicht oder interpretiert sie als nicht notwendig.
- Die Informationen sind falsch eingesetzt.
- Der Wunsch des Adressaten berührt nicht den eigentlichen Planungsgegenstand.

Planer müssen sich die Frage stellen, wie sie Informationen zu den Adressaten transportieren müssen, damit die enthaltenen Kernaussagen richtig interpretiert werden können. Dieser Vorgang unterliegt wiederum den Regeln der Informationstheorie, welche mit den drei semiotischen Dimensionen die Aufgaben bei der Vermittlung von Informationen zwischen Sender und Empfänger beschreibt. Diese drei, in der nachfolgenden Abbildungen aufgezeigten, Dimensionen werden in **Syntax**, **Semantik** und **Pragmatik** unterschieden [STREICH: 2011:70] und stammen aus der **Semiotik**, welche allgemein als Regel der Zeichen und Zeichensysteme gilt [ZEILE 2010:22]. Der Begriff der Syntax fasst dabei das Zeichenrepertoire zusammen, welcher in der Form einer Art Baukasten als Zeichenvorrat sowohl Sender als auch Empfänger zur Verfügung steht. Diese zur bereitstehenden Zeichen müssen allerdings korrekt miteinander verknüpft werden, um eine weitere Verarbeitung möglich zu machen. Der Begriff der Semantik beschreibt hierzu die Bedeutung der Zeichen und deren exakten Zeichenfolge und setzt voraus, dass jedes Zeichen und jede Zeichenfolge mit einem eindeutigen Begriff in Verbindung gebracht werden kann. Das Zusammenwirken von Zeichen und Bedeutung löst beim Empfänger während der Interpretation die

entsprechende Assoziation aus. Diese ausgelöste Wirkung wird mit dem Begriff der Pragmatik bezeichnet [STREICH 2011:70F].




SEMIOTISCHE DIMENSION	DEFINIERT ALS...	BEISPIEL
Syntax	Zeichenrepertoire	
Semantik	Zeichenbedeutung	
Pragmatik	Zeichenwirkung	

Abbildung 72: Die drei semiotischen Dimensionen [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011:70]

Unter Berücksichtigung dieser Regeln übernehmen Planer nicht nur die Rolle des „Übersetzers“ planerischer Probleme gegenüber den Bürgern, sondern müssen sich auch Gedanken machen, welche Instrumente zum Transport der zu vermittelnden Informationen geeignet sind um Kommunikationsfehler zu minimieren. Da es sich bei der Kommunikation im Planungsprozess keinesfalls um eine Einbahnstraße handelt, wird anhand der bereits vorgestellten Methoden zur Erfassung räumlicher Strukturdaten beispielhaft deutlich. Die Komplexität der sich in einem Raum abspielenden Phänomene ist für eine Einzelperson gar nicht zu greifen. Planer sind bei der Bestandsaufnahme einerseits von den Bürgern als „Experten des Raumes“ abhängig, andererseits haben sie die Verantwortung die aus den analysierten Datensätzen gewonnenen Erkenntnisse zu teilen. Auf diese Weise profitieren beide Seiten von der gegenseitigen Arbeit

und diese Form der Partizipation am Planungsprozess stellt einen Annäherungsschritt auf dem Weg hin zur Idealvorstellung einer „informationellen Waffengleichheit“ dar [HÖFFKEN 2015:105F].

3.4.1 City Dashboards und Teillösungen

Maßnahmen zum Erreichen der gesetzten Ziele einer nachhaltigen Stadtentwicklung können nur dann effektiv sein, wenn sie auch genutzt werden. Fehlen allerdings Informationen zu einem bestehenden Angebot wird es ebenso schwierig Nutzer für die geplanten Systeme zu finden. Software-Anwendungen zu geschaffenen Maßnahmen sind oftmals nur kleinteilig angelegt und auf den jeweiligen Spezialfall maßgeschneidert.

An dieser Stelle knüpft der Ansatz eines „**City Dashboards**“ an: Der Begriff des Dashboards ist hierbei wörtlich zu verstehen und dient entsprechend des herangezogenen Bildes der Armaturenanzeige eines Autos zur „Leistungsanzeige einer Stadt“. Im Gegensatz zu App-Anwendungen zu einzelnen Angeboten geht es dabei darum, mehrere Angebote auf einer zentralen Plattform zusammenzutragen und somit die entsprechenden Informationen schneller auffinden und abrufen zu können. Können die dabei verwendeten Widgets zur Datenanzeige einzeln aktiviert, verschoben und skaliert werden, kann sich jeder Nutzer sein individuelles Dashboard passgenau zusammenstellen.

Die britischen Städte Birmingham, Brighton, Cardiff, Edinburgh, Glasgow, Leeds, London (s. Abb. 73) und Manchester verwenden bereits die vom CASA (The Bartlett Centre for Advanced Spatial Analysis) Research Lab des University College London (UCL) entwickelte Plattform [CITYDASHBOARD 2017]. Wie die Abbildung zeigt, liefern die Dashboards der genannten britischen Städte Wetterdaten über die Wetterstation des Londoner Campus, aktuelle Luftschadstoffdaten und den lokalen Wetterbericht. Im Mobilitätsbereich stehen Informationen zu den städtischen Bussen, der städtischen U-Bahn, der Verfügbarkeit von Leihfahrrädern

sowie deren aktuellen Ausleihstatistik und die Bilddaten der städtischen Verkehrskameras. Ergänzt werden diese Daten um Informationen aus den sozialen Netzwerken, so lassen sich Twitter-Feeds einbinden, eine Tag-Cloud liefert aktuelle Twitter-Trends, Updates der OpenStreetMap-Community im Stadtgebiet werden direkt im Dashboard als Aktualisierung angezeigt und die neuesten Einträge in der Mappiness-Karte geben Rückmeldung zum Stimmungsbild im Stadtgebiet. Die Daten werden in Echtzeit aktualisiert und auf der Plattform bereitgestellt.

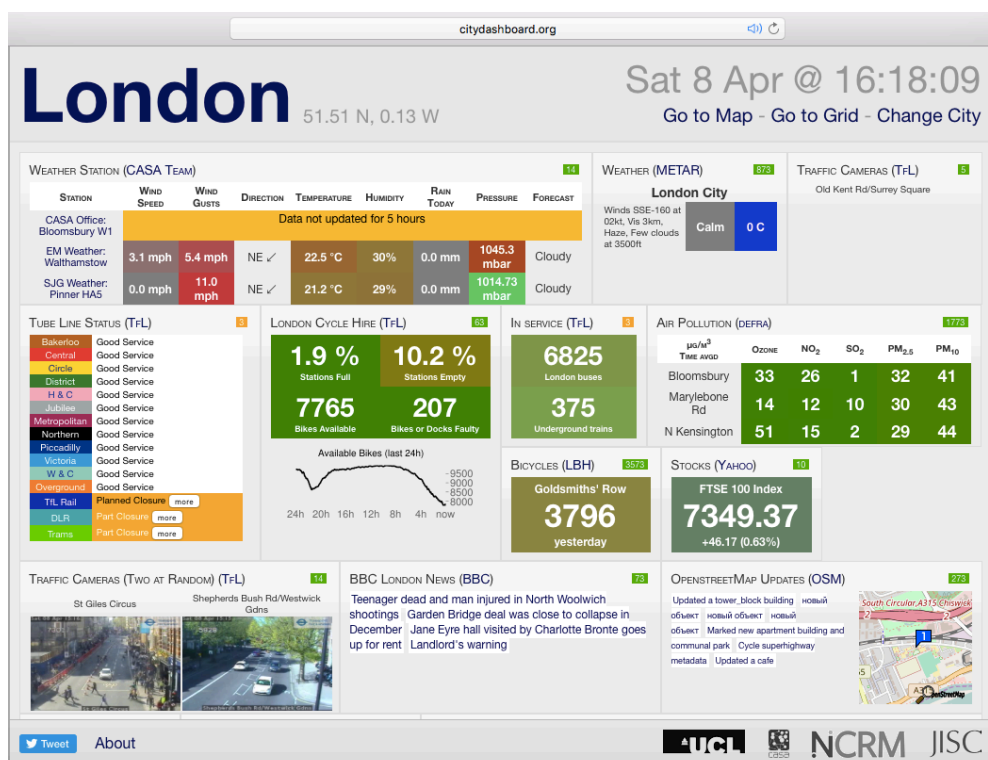


Abbildung 73: London City-Dashboard [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von CITYDASHBOARD 2017]

Am Mobilitätsbereich wird die Echtzeit-Erfordernis besonders deutlich: Damit Leihsysteme von Fahrrädern und Elektromobilität funktionieren können, muss deren Verfügbarkeit kontinuierlich aktualisiert werden. Die in die britischen City Dashboard-Plattformen integrierten Funktionen sind dadurch geprägt, dass sie

Informationen nach dem klassischen Sender-Empfänger-Prinzip bereitstellen. Eine Integration von bereits vorgestellter Plattformen zur Kartierung punktueller Daten wäre ebenso denkbar und könnte beispielsweise dazu eingesetzt werden, um Meldungen zu Straßenschäden, Verschmutzungen oder Leerständen. Auf diese Weise könnten die Nutzer der Plattform in direkten Kontakt mit der Verwaltungsseite treten.

Im Zuge des E-Planning-Programms wurde auf der Planungswebsite des australischen Staates New South Wales ein nächster Schritt in Richtung der Digitalisierung von Verwaltungsabläufen initiiert. Während das zugehörige Geoportal die Einblicke in die Planwerke von Regionalplänen bis hin zu den Festsetzungen der einzelnen Bebauungspläne gewährt, bietet der Bereich der „Interactive Buildings“ (s. Abb. 74) die Möglichkeit zur Information über die Zulässigkeit einzelner Baumaßnahmen. Der Nutzer kann hierzu eine Baumaßnahme aus einem Katalog wählen und bekommt deren Zulässigkeit in einer dreidimensionalen Vorschau auf einem Beispielgrundstück oder bei voriger Angabe auf einem bestimmten Grundstück animiert angezeigt [PLANNING NSW 2017].

Bevor der Bürger das lokale Bauamt aufsuchen muss, kann er auf diese Weise sein Grundstück vorab beurteilen und sich ein Bild über dessen zulässige Bebaubarkeit machen. Die ausgegebenen Aussagen kann der Nutzer in digitaler Form ausgeben lassen und bei der Stellung eines etwaig notwendigen Bauantrages anheften.

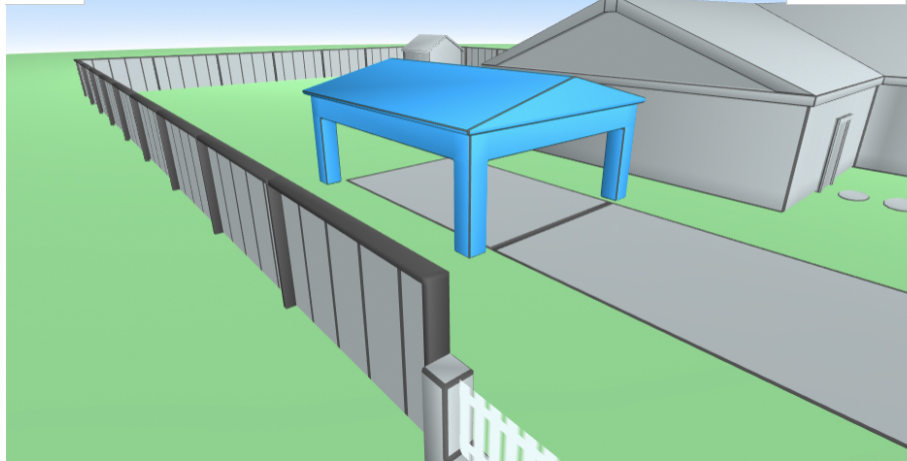
Dieser Vorgang läuft momentan noch nicht komplett digitalisiert ab. Die erste Kontaktaufnahme mit dem Bauamt kann zwar per E-Mail erledigt werden, eine postalische Zusendung des unterschriebenen Bauantrages wird damit jedoch noch nicht ersetzt. Unter Verwendung einer digitalen Unterschrift und eines Login-Bereiches, bei dem der jeweils aktuelle Status des Antrages kontrolliert werden könnte, wäre aber auch dies denkbar.

Residential Model

Enter your property address to view specific exempt development rules.

MENU

RESET VIEW



CARPORTS

View reports now

Requirements

If your proposal meets these [planning controls](#), no planning and building approval is required. The key planning controls are:

- Only 1 development per lot
- Maximum height of 3m above ground level (existing)
- For carports attached to an existing single-storey dwelling, the maximum height is increased to the roof gutter line of the dwelling
- Minimum distance of 1m behind the building line of any road frontage
- Maximum floor area of 20m²
- If on a Heritage Item (or draft Item) or within a Heritage Conservation Area (or draft Area), must be located in the rear yard
- If in Bushfire Prone Land and within 5 metres of a dwelling, must be constructed of non-combustible material

and in rural zones RU1, RU2, RU3, RU4, RU5, RU6 & residential zone R5:

- For lots larger than 300m², the maximum floor area is increased to 50m²
- Minimum distance of 5m from any lot boundary

and in any other zone:

- For lots larger than 300m², the maximum floor area is increased to 25m²
- Minimum distance of 900mm from any lot boundary

Abbildung 74: Animation zulässiger Bauvorhaben und derer Bedingungen [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von PLANNING NSW 2017]

Die Bereitstellung von Informationen über Kommunikationsplattformen verbirgt auch Potentiale zur Bewusstseinsbildung zu einzelnen Themen. Die aktuelle Leistungsanzeige von Photovoltaikanlagen informiert einerseits über die damit erzeugte Energie, andererseits über die eingesparte CO₂-Menge gegenüber anderen Stromerzeugungsverfahren. Mit der Zusammenführung der Leistungsdatensätze mehrerer Anlagen kann eine Art „Wettbewerb“ initiiert werden, bei dem die Aufforderung zur CO₂-Einsparung einer „**Gamification**“ unterzogen wird. Beispielsweise könnten ortsansässige Unternehmen mit ihren Maßnahmen gegeneinander antreten und ihren aktuellen Rang auf der Plattform jederzeit einsehen.

Der Ansatz eines City Dashboards lässt sich um beliebige Themen erweitern. Ein Veranstaltungskalender, sowie allgemeine Informationen zum vorhandenen Kultur- und Freizeitangebot können zu dessen Nutzung beitragen. Die Kombination mit sozialen Medien erfordert dagegen je nach Nutzung das entsprechende Personal auf Administratorenmseite: Hierbei geht es nicht nur um die Bereitstellung von Informationen, sondern um die Kontaktaufnahme mit den Nutzern des geschaffenen Angebots. Dass im Rahmen von Diskussionsrunden keine Verwaltungsinterna nach außen gegeben werden dürfen mag selbstredend sein, stellt aber gleichzeitig die große Barriere dar, weshalb soziale Medien von Veraltungsseite oftmals ebenso nach dem klassischen Sender-Empfänger-Prinzip rein zur Information genutzt werden.

Geoportale stellen eine weitere Variante zur Bereitstellung von Informationen dar. Die Plattform „Virtual Environmental Planning Stuttgart“ (kurz: VEPs3D) bietet mehrere virtuelle prototypische Demonstrationen zur Planbeteiligung am Beispiel des Großprojektes „Stuttgart 21“ an. Beim „3D Comment Tool“ können Entwürfe, ein Schallausbreitungs- und ein Überflutungsmodell betrachtet und Kommentare direkt innerhalb des 3D-Modells platziert werden. Das „3D Participation Tool“ bietet ebenfalls die Möglichkeit Entwurfsvarianten zu betrachten, sich Optionen zeigen und Ansichten zur Diskussion in einem Forum exportieren zu lassen. Das „3D Masterplanner Tool“ und das „VR Commenting Tool“ bieten ebenfalls die Möglichkeiten, Entwürfe dreidimensional zu betrachten, Kommen-

tare zu hinterlassen und das Modell durch den Upload zusätzlicher Fotos anzureichern [VEP STUTTGART 2007].

Der auf einer WebGIS-Karte basierende Freizeitführer „SaarMoselle“ stellt ein weiteres Beispiel einer Teillösung zur Kommunikation raumrelevanter Informationen dar. In diesem Fall wird der Freizeitführer als computergestütztes Instrument des Regionalmarketings eingesetzt. Fragen zur Navigation werden in Zeiten des Smartphones längst von Internetsuchmaschinen beantwortet. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die dafür notwendigen Informationen raumbezogen und zentral organisiert vorliegen. Freizeitrelevante Informationen können dagegen oftmals auf einer Vielzahl von Einzelseiten verteilt sein und der Nutzer kann auf seine Fragen, was sich in seinem direkten räumlichen Umfeld gerade abspielt oder an welchen eventuell interessanten Punkten er auf dem Weg zu seinem Streckenziel vorbei fährt zunächst noch keine Antworten. Der Freizeitführer knüpft an diesem Punkt an und wird als zentrale Organisationseinheit im grenzüberschreitenden Raum gesehen. Neben der Bereitstellung des Freizeitangebotes in Form von „Points of Interest (POI)“, „Tours of Interest (TOI)“, „Events of Interest (EOI)“ und „kommerziellen Angeboten“ durch Eintragung auf der Web-Karte steht die Netzwerkbildung und Identifikation der regionalen Akteure mit der Region im Fokus [KÖPPEN 2014].

Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit steht im Falle des bereits beschriebenen Forschungsprojektes „CURE MODERN“ im Fokus. Das zugehörige WebGIS bietet die Funktionalitäten zur Organisation der durch die zerstörungsfreie Prüfverfahren erhobenen Gebäudedaten der Kirchen, Schlösser und Brücken. Neben den Steckbriefen der einzelnen Untersuchungsobjekte mit verorteten Mediendaten (s. Abb. 75), dient die Web-Karte auch der Organisation und Kommunikation innerhalb des Projektteams [KEBBEDIES 2013].

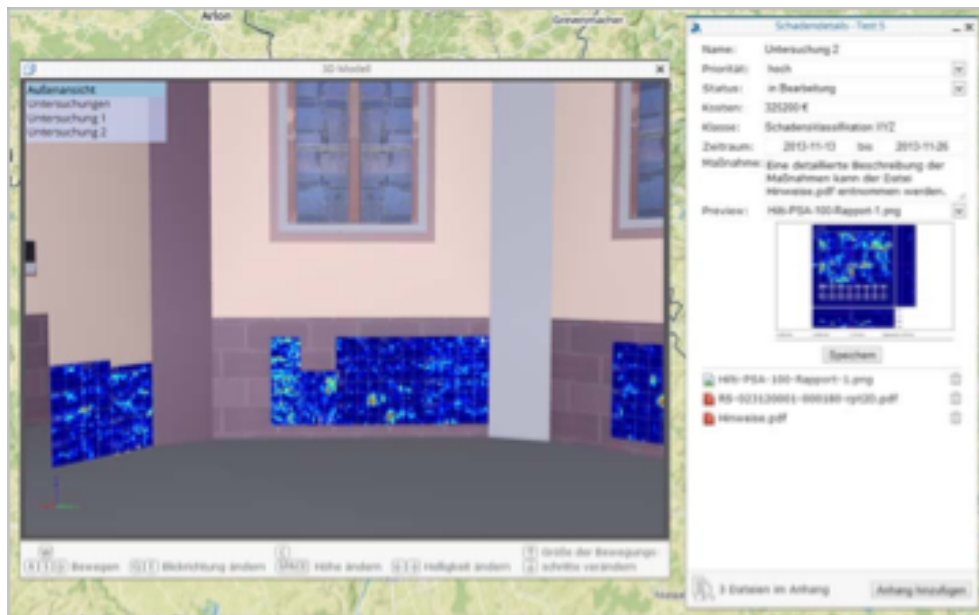


Abbildung 75: Darstellung verortender „Imagescan“-Aufnahmen in einem zuvor erstellten 3D-Modell über das CURE MODERN WebGIS [KEBBEDIES 2013 unter Verwendung von MÜLLER 2013]

Die mobile Verfügbarkeit von Informationen in für Städte konzipierten Apps bietet eine weitere Möglichkeit der zentralen Organisation raumrelevanter Daten. Systeme wie AppMachine verwenden ein Baukastenprinzip aus denen individuelle Apps zusammengesetzt werden können. Einzelne Social Media-Kanäle bilden in diesem System je einen eigenen Baustein, der mit wenigen Klicks in die eigene App integriert und hinsichtlich des Erscheinungsbildes nachträglich noch etwas bearbeitet werden kann. Bei dieser modularen Bauweise sind keine Programmierkenntnisse notwendig, sodass auch der Laie nach kurzer Einarbeitungszeit erste Ergebnisse erzielen kann. Die Kosten belaufen sich auf Zeitverträge und hängen von der Häufigkeit des Eingreifens zur Aktualisierung der Grundstruktur der erzeugten App ab. Ein wesentlicher Vorteil dieser modularen App-Erstellung liegt in der zeitgleichen Bedienung sowohl von Apples iOS- als auch Googles Android-Market. Jede Aktualisierung über den Editor fließt direkt in die Aktualisierung beider App-Anwendungen ein [APP MACHINE 2017].

3.4.2 Zwischenfazit

Kommunikation in der Planung findet oftmals noch nach dem klassischen Sender-Empfänger-Prinzip statt. Der Planer nimmt dabei die Rolle des Senders, der dem Interessierten die für ihn planungsrelevanten Inhalte zu vermitteln versucht. Dabei muss der Sender überlegen welche Techniken er einsetzt, damit auf dem Weg zum Empfänger und bei dessen Interpretation der übermittelten Informationen keine Übermittlungs- oder Deutungsfehler entstehen.

Mit Smartphones und mobilen Anwendungen steht heutzutage nahezu jedem Menschen ein Werkzeug zur Partizipation an Planungsprozessen zur Verfügung. Durch den Einsatz des Smartphones kann jeder Bürger Informationen abrufen und mit einer sozialen Gruppe teilen. Insbesondere durch mobile Kartierungstechniken werden auf diese Weise VGI-Daten erzeugt, die aufgrund der Kombination mit Verortungstechniken Raumrelevanz bekommen. Auf diese Weise lassen sich Bottom-Up initiierte Planungsprozesse anregen und Raumphänomene beobachten. Inwieweit das Sender-Empfänger-Prinzip für diese Entwicklung bei der jeder Sender sein kann noch zeitgemäß ist bleibt abzuwarten.

Der Ansatz von City Dashboards im Rahmen der Smart City-Entwicklungen bietet Potentiale zum Abrufen raumrelevanter Informationen durch jeden Interessierten. Die betrachteten Ansätze der britischen Städte verbleiben hierbei jedoch zunächst noch beim klassischen Informieren zu einzelnen Themenkomplexen. Eine Kontaktaufnahme, Austausch und Diskussion über raumrelevante Themen wird dabei noch nicht verfolgt.

Es gibt jedoch schon Einzellösungen, die an diesem Punkt ansetzen und einen weiteren Schritt hin zur Digitalisierung einzelner Verwaltungsschritte verfolgen. Ob und wie diese Einzelanwendungen zukünftig zusammengeführt werden, werden zukünftige Entwicklungen zeigen. Ansätze zur Bereitstellung stadt- und umweltsplanerischer Belange in Form von Apps gibt es ebenfalls in Einzelbereichen. Leider wird auch hierbei zumeist das Angebot von Einzellösungen verfolgt. Eine Übersicht im Sinne einer Leistungsanzeige der Stadt auf einem zentral zusammengefassten Dashboard in Kombination mit einer mobilen Lösung als App könnte den nächsten Schritt zur Verbesserung des Informationsaustau-

sches, zusätzlicher Transparenz und in naher Zukunft auch zum Austausch raumrelevanter Informationen bedeuten.

Die Idealvorstellung einer informationellen Waffengleichheit kann mit diesen Ansätzen jedoch höchstwahrscheinlich nicht erreicht werden. Der Austausch und die Bereitstellung von Informationen mag in Einzelfällen noch so gut sein, jedoch wird es immer Experten für einzelne Themen geben und brauchen, damit die Komplexität planungsrelevanter Aspekte ausreichend bearbeitet werden kann. Die Rolle des Experten nimmt jedoch nicht immer der Planer ein. Bei den Menschen die in einem Raum leben und diesen nutzen kann es sich ebenso um Experten handeln, wie bei den Fachexperten deren Aussagen im Rahmen von Gutachten eingeholt und in den Planungsprozess eingebracht werden müssen. Der Planer hat vielmehr die Aufgabe die Übersicht zu behalten, die einzelnen im Rahmen eines Planungsprozesses geäußerten Aussagen zu sammeln und im Sinne eines Anwaltes für deren Einstellung in das Abwägungsverfahren und allgemein deren planerischen Berücksichtigung zu sorgen.

Laufen alle diese Schritte zusammen, kann eine echte Form der Partizipation gelingen und somit Jane Jacobs eingangs erwähnter Forderung [[JACOBS 1961: 238](#)], dass jeder an der Gestaltung des Lebensraums teilhaben soll, Rechnung getragen werden.

4. FAZIT

Im Laufe der vorliegenden Arbeit wurden Geoweb-Techniken auf ihre Einsatzpotentiale in der räumlichen Planung untersucht und Anwendungsszenarien aufgezeigt. Wie bereits zu Beginn erwähnt, handelt es sich hierbei um eine Momentaufnahme eines fortlaufenden Prozesses mit dem Ziel der Integration dieser Techniken in und somit der Verbesserung von planerischen Methoden. Die im Rahmen dieser Arbeit getroffene Kategorisierung in die planerischen Aufgabenbereiche „Strukturplanung“, „Raumsensorik“, „Gestaltungsplanung“ und „Kommunikation“ ermöglichte eine Zuordnung der untersuchten Techniken. Die Techniken lassen sich miteinander kombinieren, in planerische Methoden integrieren oder zu solchen fortentwickeln und das planerische Methodenrepertoire erweitern. Die Smarte Stadt soll „effizient“, „umweltfreundlich“, „erschwinglich“, „lebenswert“, „fröhlich“, „zugänglich“, „widerstandsfähig“, „sicher“ und „gesund“ zugleich sein. Inwieweit die technisch geprägten Top-Down Ansätze zielführend sein können, muss allerdings abgewogen werden. Ganzheitlich angelegte Ansätze von Unternehmen wie Siemens, T-Mobile, etc. versuchen ein verallgemeinertes Konzept wie eine Smart City aussehen muss, zu vermarkten und historisch gewachsenen Städten „überzustülpen“. Im Gegensatz zu diesen Ansätzen wird die planerische Herausforderung jedoch darin bestehen, geschickt abzuwägen, welche kleinteiligen und Teillösungen einen echten Mehrwert für die Menschen die in der Stadt leben oder diese besuchen zu generieren, auszuwählen. Nur auf diesem Wege können Lösungen entstehen, die den individuellen Charakter der gewachsenen Städte berücksichtigen, mit diesem sensibel umgehen und bei zukünftigen Entwicklungen beibehalten und sichern.

Im Abschnitt zur Strukturplanung wurde deutlich, welchen Mehrwert die Erfassung von punktuellen, linien- und flächenhaften Strukturelementen generieren kann, insbesondere wenn es sich dabei um User Generated Content handelt, das heißt Menschen als Nutzer und Experten des Raumes dessen Strukturen aufnehmen. Insbesondere aufgrund der zunehmenden Themenkomplexität in der Planung wird hierbei die Abhängigkeit der Planer von den partizipierenden

Menschen deutlich: Die Bestandsaufnahme eines Plangebietes kann je nach thematischer Ebene gar nicht durch Einzelpersonen erfolgen. Durch den Rückgriff von auf Crowdsourcing basierender Erfassungstechniken können Methoden zur Bestandsaufnahme eingesetzt werden, die auf der „Weisheit der Vielen“ aufbauen, sich durch die kontinuierliche Eintragung neuer Datensätze selbst fort-schreiben und berichtigen. Ebenso muss eine Bestandsaufnahme nicht zwin-gend als Momentaufnahme zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden. Durch das Bereitstellen einer Plattform können vielmehr Monitoring-Prozesse zu be-stimmten Themen initiiert werden, aus denen Momentaufnahmen herausgegrif-fen werden können.

Die technischen Entwicklungen im Bereich der Raumsensorik stellen ein äußerst spannendes Feld für die Forschung und Anwendung im Planungsalltag dar. Der UAS-Einsatz ermöglicht neue Perspektiven für das Monitoring. Die Bandbreite des Einsatzbereiches erstreckt sich hierbei von der Bestandsaufnahme und Vermessung neuer Plangebiete, über die Baufortschrittsdokumentation und Höhenentwicklung bis hin zur Befliegung von Bestandsgebäuden zur Untersu-chung etwaig notwendiger Instandhaltungsmaßnahmen. Mit der Installation von Sensornetzwerken im Raum lässt sich dieser überwachen. Klimasensoren liefern mikroklimatische Daten und ermöglichen kleinteilige Aussagen zu Luft-qualitäten. Maßnahmen zum Schallschutz lassen sich durch punktuelle Schall-pegelmessgeräte überprüfen und deren Effektivität kontrollieren.

Im Forschungsbereich des emotionalen Mappings wird der Versuch unternom-men, sich durch subjektive Eindrücke auszeichnende Raumqualitäten, durch die Messung körperlicher Reaktionen, zu objektivieren. Hieraus ergeben sich zu-künftig womöglich völlig neue Beurteilungsmaßstäbe für stadt- und umwelt-planerische Qualitäten und den daraus ableitbaren Planungserfordernissen.

Mit jeder technischen Entwicklung, die über die Film- und Spieleindustrie Be-kanntheit erlangt, werden die Anforderungen an die Präsentationsformen der Menschen steigen. Da der Planer zukünftig mehr und mehr in seiner Rolle als „Anwalt der Betroffenen“ gefordert sein wird, muss er auch neue Visualisie-rungstechniken fortlaufend auf deren Einsatzpotentiale prüfen und zur Anwen-dung bringen, vor allem wenn es um sensible Themen der städtebaulichen Ge-

staltungsplanung geht. Das Angebot eines möglichst breiten Spektrums an Visualisierungsmethoden ermöglicht es dem Interessierten selbst zu wählen, welche Art der Darstellung seinen Bedürfnissen am ehesten gerecht wird und wie er sich über Planungsschritte informieren möchte.

Die Bereitstellung von Informationen stellt einen wesentlichen Schwerpunkt im Zuge der Wissensgesellschaft dar. Während für viele geschaffene Angebote einzelne Informationsseiten oder Anwendungen existieren, verfolgen aktuell nur wenige Städte den Weg einer Zusammenführung und Bereitstellung dieser öffentlichen Informationen. Die Kommunikation mit den Bürgern verbleibt zu meist noch im klassischen Sender-Empfänger-Prinzip. Dabei findet eine einseitige Information, jedoch kein beidseitiger Austausch statt. Die Idealvorstellung einer „informationellen Waffengleichheit“ kann und wird es auch zukünftig nicht geben. Nicht jede Person kann über jedes Thema gleichermaßen informiert sein. Die Rolle des Experten kann hierbei jedoch wechseln. Mag der Planer Experte für planerische Belange und das Bewahren des Überblicks über die querschnittsorientierten Themen sein, so kann der Betroffene Experte für bestimmte Aspekte des Raumes sein, in dem er lebt und hierbei Informationen für die Planung liefern, die im Rahmen der Bestandsaufnahme womöglich unberücksichtigt geblieben wären. Zudem müssen zur Bearbeitung einzelner Themenkomplexe Expertenaussagen von außen im Rahmen von gutachterlichen Stellungnahmen hinzugezogen werden. Entscheidend für Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung ist dabei die gemeinsame Arbeit und das Teilen von Informationen im Rahmen von Planung und deren Realisierung. Auf Basis der vorgestellten Geoweb-Techniken können Bottom-Up Prozesse initiiert werden, mit Hilfe derer soziale Gruppen für sie wichtige Themen im Planungsprozess platzieren können. An den angeführten Beispielt Themen wie dem Artenschutz, den Belangen von Radfahrern oder von körperlich eingeschränkten Menschen wird schnell deutlich, wie stark abhängig Planer hierbei von den auf Crowdsourcing basierenden Datensätzen werden. Nur die Experten des Raumes können diese raumrelevanten Inhalte erfassen. Geoweb-Methoden können bei der zugehörigen Datenerfassung und -aufbereitung eingesetzt werden. Die Aufgabe des Planers wird im Sinne einer Rolle eines Notars oder Anwalts in der Prüfung von Richtigkeit, Kor-

rektheit und Vollständigkeit dieser Themen formuliert. Zudem ist er für die Einstellung und Behandlung der formulierten Belange in den Planungsprozess und deren Umsetzung verantwortlich [STREICH 2014:169 F].

Die vorgestellten Techniken und Methoden können als Planning Support Systems eingesetzt werden, jedoch können und sollen sie den direkten Austausch zwischen Menschen nicht ersetzen. Online-Methoden können nur komplementär zu Offline-Methoden funktionieren und nur so kann jeder Mensch an Planung partizipieren und seinen Lebensraum mitgestalten!

5. AUSBLICK & WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

Da sich die Geoweb-Techniken durch ihren Mashup-Charakter auszeichnen, lassen sie sich je nach Anforderungsprofil des Anwendungsfeldes beliebig miteinander kombinieren. Durch die Kombination bieten die eingesetzten Techniken das Potential neuer Erkenntnisgewinne, die wiederum als Grundlage für planerische Schritte dienen können. Mit jeder neu zur Verfügung stehenden Technik wird der Forschungsbedarf erweitert. Einerseits können diese zur Verbesserung bereits entwickelter Planungsmethoden beitragen, andererseits durch Neu-Kombinationen völlig neue Forschungsfragen eröffnen.

Am Beispiel des emotionalen Mappings wurde deutlich, welche Schwierigkeiten mit der Transferierung dieser Technik von der Labor- in die Realsituation einhergehen. Die vorgestellten Methoden zur Erfassung von Raumsituationen und deren Präsentation als 360°-Video über eine Virtual Reality-Brille können hierbei einen weiteren Ansatz bei den Fragen zur Raumwahrnehmung liefern [BISHOP 2015]. Die Vielzahl der sich überlagernden Sinneseindrücke beim Erleben einer Realsituation macht die eindeutige Auswertung der körperlichen Reaktionen momentan noch recht schwierig. Die optische Präsentation einer zuvor erfassten Realsituation über eine VR-Brille bricht die Real- in eine Laborsituation herunter. Auf diese Weise wird die Untersuchung des Wirkens optischer Sinneseindrücke losgelöst von weiteren äußerlichen Einflussfaktoren ermöglicht. Untersuchungen zur ästhetischen Wirkung einzelner urbaner Situationen werden dadurch realisierbar [ZEILE ET AL. 2015]. Entsprechende Experimente sind im Rahmen eines Forschungsprojektes am KIT in Karlsruhe aktuell in Vorbereitung. Die Techniken zur Erfassung räumlicher Situationen werden sich ebenfalls in den nächsten Jahren weiterentwickeln und immer kompakter. Bei Bestandsaufnahmen, aber auch bei der Erfassung qualitativer Aussagen durch die Messung körperlicher Reaktionen auf die gerade durchlebte Situation können zukünftig kleine Kamerasysteme eingesetzt werden, welche die Situation parallel als 360°x360° Panorama aufzeichnen. Die sphärischen Aufnahmen können anschließend auf einem VR-System präsentiert und die Situation retrospektiv er-

lebt werden.

Kleine 360°-Kamerasysteme, wie die angekündigten Kodak Orbit oder die GoPro Fusion, können aufgrund ihres geringen Gewichtes und den kompakten Ausmaßen mit UAS kombiniert werden. Auf diese Weise werden neue Perspektiven eröffnet und Präsentationen, wie sie im Rahmen dieser Arbeit mit der simulierten Fahrt in einer Seilbahnkabine angedacht wurden, leichter realisiert werden. Die Präsentation des während eines UAS-Fluges aufgezeichneten 360°-Panoramas über ein VR-System ermöglicht es jedem Menschen, sich sein eigenes Bild über zukünftige Plangebiete aus einer neuen Perspektive zu machen.

Der weitere Forschungsbedarf wird jedoch nicht nur durch die Einsatzpotentiale technischer Neuentwicklungen geprägt werden. Soziale Gruppen werden ihre Bedarfe an die Planung und an die dabei einzusetzenden Techniken zukünftig stärker zum Ausdruck bringen und Forderungen stellen. Neben der Initiierung von Bottom-Up Prozessen müssen dabei aber auch Themen wie die Herausforderungen des Datenschutzes und die gesetzlichen Regelungen zum Einsatz der Methoden beachtet werden.

Auf Crowdsourcing-Methoden basierender, in den Planungsprozess eingespielter, User-Generated Content wird an Bedeutung gewinnen. Auf diese Weise können zukünftig auch Themen in der Planung platziert werden, die ansonsten womöglich nicht berücksichtigt worden wären. Das Rollenverständnis des Planers ändert sich hin zu einer Aufgabe als „Notar“ oder „Anwalt“ für die Betroffenen und er ist für die korrekte Weiterverarbeitung der so geäußerten Belange, deren Behandlung im Planprozess und spätere Umsetzung verantwortlich. In diesem Sinne entsteht ein Miteinander im Planungsprozess bei dem die Interessierten und Beteiligten den zukünftigen Lebensraum mitgestalten können.

6. LITERATUR

A

ADOLF, H.; BRAUN, F.; FETTEN, L.; JUNG, A.; MÜLLER, N.; THEIS, J.; VU, H.; WEIMER, S. (2016): URBAN CABLE CARS – Potenziale innovativer Seilbahnsysteme am Praxisbeispiel Konstanz, Studienprojekt am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

ALBRY, M.; ASLANYAN, T.; BRACK, C.; BROSCHE, D.; CHRISTMANN, D.; FOLTA, K.; HOLDERLE, C.; PAULI, S. (2011): Flächenmonitoring – Entwicklung eines Baupotentialkatasters für die Gemeinde Haßloch. Studienprojekt am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

ALLBACH, B.; MEMMEL, M.; ZEILE, P.; STREICH, B. (2011): Mobile Augmented City – New Methods for urban analysis and urban design processes by using mobile augmented reality services. In: SCHRENK, M.; POPOVICH, V.; ZEILE, P.: Proceedings of RealCORP 2011, Zeche Zollverein Essen, Wien.

ALLBACH, B.; LEINER, P. (2016): Air-Based Mobile Urban Sensing – Copters as Sensor Carriers in Smart Cities. In: SCHRENK, M.; POPOVICH, V.; ZEILE, P.: Proceedings of RealCORP 2016, Hamburg, Wien.

ALLESSIE, D. (2016): Only Smart Citizens can enable true Smart Cities, aufgerufen unter: <https://www.citizenlab.co/blog/civic-engagement/smart-citizens-can-enable-true-smart-cities/>, zitiert am: 30.03.2017.

ALTHOFF, S. (2010): Der Raumplaner als Filmproduzent – Am Beispiel des Imagefilms "inBewegung" – Eine Reise durch den Landkreis Germersheim, Diplomarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

den, TU Kaiserslautern.

APP MACHINE (2017): Create your own app, aufgerufen unter: <http://www.appmachine.com>, zitiert am: 31.05.2017.

AR MEDIA (2017): AR Media - Augmented Reality Media, aufgerufen unter: <http://www.armedia.it/technology.php> zitiert am: 20.04.2017.

AUGMENT (2017): Augment – Augmented Reality for Education, aufgerufen unter: <http://www.augment.com/education/> zitiert am: 21.04.2017.

B

BARFIELD, W.; BJORNESETH, O.; HENDRIX, C.; KACZMAREK, K. A.; LOTENS, W. (1995): Comparison of Human Sensory Capabilities with Technical Specifications of Virtual Environment Equipment. *Presence: teleoperators and virtual environments*, 4, 329-356.

BATTY, M. (1995): Planning Support Systems and the new logic of Computation. In: *Regional Development Dialogue* 16/1995.

BauGB (2016): Baugesetzbuch der Bundesrepublik Deutschland.

BEUTH, P. (2015): Quantified self - Vermessen und verkauft. *Zeit Online*. Aufgerufen unter: <http://www.zeit.de/digital/mobil/2015-04/quantified-self-apple-watch-geschaeftsmodelle> zitiert am: 30.06.2016.

BERCHTOLD, M.; KRASS, P. (2010): Bericht über GPS-Tracking-Studie am KIT. In: *ArcAktuell* 4/2010. Aufgerufen unter: http://www.berchtoldkrass.de/index.php?option=com_content&view=article&id=39:berchtold&catid=1:neues&Itemid=2, zitiert am: 15.03.2017.

BERGNER, B. S. (2010): Methodische und praktische Fundierung zur Etablierung des EmBaGIS – Emotionales Barriere-GIS als Instrument zur Identifikation

und Optimierung stadträumlicher Barrieren für mobilitätseingeschränkte und behinderte Menschen – Am Anwendungsbeispiel der Fußgängerzone in Kaiserslautern, Diplomarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

BERGNER, B. S., ZEILE, P., PAPASTEFANOU, G. & RECH, W. (2011): Emotionales Barriere- GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.), Angewandte Geoinformatik 2011. Berlin/Offenbach, 430-439.

BESSER, T. (1999): Städtebauliche Planung in der 3. Dimension - Einsatzmöglichkeiten der Virtual Reality Modeling Language (VRML), TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

BIESEWIG, E., FOLZ, S., HERKNER, M., KLIMMER, V., KROGER, C., KOPAL, K., PROVO, L., STRUBEL, A. (2015): Track me if you plan – Raumwahrnehmung und Aktivitätsmuster in der Stadtplanung, Studienprojekt am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, der TU Kaiserslautern.

BImSchG (2016): Bundesimmissionsschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland.

BIWER, J.; BROSCART, D.; HÖFFKEN, S. (2012): Mobile Digitalisierung von Baulücken – Baulückenerfassung mit GIS, iPad und Geoweb, In: SCHRENK, M.; POPOVICH, V.; ZEILE, P., Proceedings of Real CORP 2012, Wien.

BIWER, J.; BRACK, C.; BROSCART, D.; SCHNEIDER, M.; ZEMLA, A. (2013): Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben. Masterprojekt am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

BILL, R. (1999): Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band 1, Wichmann Verlage, Heidelberg.

- BISHOP, I. (2015): Can we have it all? In: BUHMANN, E.; ERVIN, S.; PIETSCH, M.: Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015 at Anhalt University of Applied Sciences, Wichmann VDE Verlag, Berlin, Offenbach.
- BMVBS (2013): Kurzinformation über die Nutzung von unbemannten Luftfahrtsystemen, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin.
- BNatSchG (2016): Bundesnaturschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland.
- BROSCHART, D. (2011): Bebauungsplan 3D? – Die Möglichkeiten der Visualisierung planerischer Festsetzungen, Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.
- BROSCHART, D. (2013): ARchitektur – Die Fortentwicklung der Visualisierungs- und Kommunikationsmethoden in der Architektur und Stadtplanung. Masterarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.
- BROSCHART, D. (2016): Potenziale des Drohneneinsatzes bei der räumlichen Bestandsaufnahme. In: STROBL, J.; ZAGEL, B.; GRIESEBNER, G.; BLASCHKE, T. (Hrsg.), AGIT. Journal für Angewandte Geoinformatik. Wichmann Verlag, Berlin, Offenbach, 518–527.
- BROSCHART, D.; WUNDSAM T.; BRACK, C.; HÖFFKEN, S. (2011): Baulückenerfassung mit GIS, iPad und Geoweb – Entwicklung eines Baulückenkatasters – Gemeinde Haßloch. In: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung: Planerin, Heft 6_2011, S. 61 f. Berlin.

BROSCHART, D.; SCHNEIDER, M. (2013): Die Potenziale des parametrischen Entwerfens anhand der ESRI City Engine, Seminararbeit im Masterkurs „Digitale Simulationsmodelle“ am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

BROSCHART, D.; EXNER, J.-P.; POESCH, T.; STERN, H. (2013): Baukultur in der Praxis trifft Technologie – Architektur durch innovative Technologiethoden entdecken und erlebbar machen. PlanerIn 6_2013, Berlin.

BROSCHART, D.; ZEILE, P. (2014): Augmented Reality in der Architektur und Stadtplanung – Techniken und Einsatzfelder. In: STROBL, J.; ZAGEL, B.; GRIESEBNER, G.; BLASCHKE, T. (Hrsg.), AGIT. Journal für Angewandte Geoinformatik, Wichmann Verlag, Berlin, Offenbach.

BUSCHLINGER, .; HENN; M.; LEIDECKER, H.; WAHRHUSEN, N.; ZIMMER, D. (2016): Urban Cable Cars – Kommunikation und Visualisierungen im Planungsprozess urbaner Seilbahnen am Beispiel der Stadt Konstanz. Studienprojekt am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern. Aufgerufen unter: <http://zeile.net/wp-content/uploads/2016/11/UrbanCableCars.pdf>, zitiert am: 30.12.2016.

BUSCHMANN, (2012), Buschmann Labor- und Medizintechnik, aufgerufen unter: <http://www.blm-research.de/humansensorik.php> zitiert am: 10.04.2017.

C

CURE MODERN (2013): CURE MODERN – Ein grenzüberschreitender Beitrag zur modernen Bauwerksprüfung und Stadt- und Regionalplanung, aufgerufen unter: <http://www.cure-modern.eu>, zitiert am: 24.05.2017.

CZERULLA, H. A. (2011): Google Maps liefert Verkehrsinformationen, aufgerufen unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Google-Maps-liefert-Verkehrsinformationen-1279169.html>, zitiert am: 03.05.2017.

D

DANIEL, T. C.; BOSTER, R. S. (1976): Measuring landscape aesthetics: the scenic beauty estimation method. USDA Forest Service Research paper, RM-167. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Co.

DAUDE, N. (2014): Methodenvergleich im Kontext der Stadtbaugeschichte & Stadtmorphologie, Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern.

DAUDE, N.; KEMPF, B.; WEBER, T.; WILHELM, J.; WOLF, A. (2016): URBAN CABLE CARS - Potenzielle Umweltauswirkungen urbaner Seilbahnsysteme am Beispiel der Stadt Konstanz, Studienprojekt am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern.

DFS (2015): Nachrichten für Luftfahrer (NfL) 1-437-15 Bekanntmachung über die Erteilung von Flugverkehrskontrollfreigaben zur Durchführung von Flügen mit Flugmodellen und unbemannten Luftfahrtsystemen in Kontrollzonen von Flugplätzen nach § 27d Abs. 1 LuftVG an den internationalen Verkehrsflughäfen mit DFS-Flugplatzkontrolle, Langen.

DIN 18005 (2002): Schallschutz im Städtebau.

DJI (2017): DJI Drones – The future of possible, aufgerufen unter: <http://www.dji.com/de/products/drones#consumer-nav>, zitiert am: 02.05.2017.

DMFV (2017): Deutscher Modellflugverband – Die neue Luftverkehrsordnung tritt in Kraft – Das müssen Modellflugpiloten jetzt wissen, aufgerufen unter: <https://www.dmfv.aero/allgemein/die-neue-luftverkehrsordnung/>, zitiert am: 12.04.2017.

DOPPELMAYR (2017), Urban | Anwendungen, aufgerufen unter: <https://www.doppelmayr.com/anwendungen/urban/> zitiert am 30.01.2017.

DÖRRZAPF, L. (2012): Location-based Audio – Einsatzmöglichkeiten, Entwicklungstrends und konzeptionelle Ansätze am Beispiel der Stadt Wien. Diplomarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

DÜBNER, S. (2014): Virtual Reality im Planungsprozess – Anwendung am Beispiel des Bahnhofareals in Neustadt an der Weinstraße. Masterarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

E

EMERGENCY VIC (2017): Emergency Victoria, Australia – Incidents and Warnings. aufgerufen unter: <https://emergency.vic.gov.au/respond/> zitiert am: 07.04.2017.

EXNER, J.-P. (2009): Planen im Geoweb – Partizipation und Akzeptanzsteigerung durch Projektvisualisierung am Beispiel Kaoshiung Advanced Intelligent Science Parks, Diplomarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

EXNER, J.-P. (2013): Smarte Planung – Ansätze zur Qualifizierung eines neuen Instrumenten- und Methodenrepertoires im Rahmen von Geoweb,

Raumsensorik und Monitoring für die räumliche Planung, Dissertation im Fachbereich Raum- und Umweltplanung, TU Kaiserslautern.

EXNER, J.-P. (2014): Smart Planning & Smart Cities. In: SCHRENK, M., POPOVICH, V. & ZEILE, P. (Eds.), Real CORP Proceedings 2014. Wien, 603-610.

EXNER, J.-P., ZEILE, P. & STREICH, B. (2011): Urban Monitoring Laboratory: New Benefits and Potential for Urban Planning through the Use of Urban Sensing, Geo- and Mobile- Web. In: SCHRENK, M., POPOVICH, V. & ZEILE, P. (Eds.), Real CORP Proceedings 2011, S.1087-1096, Wien.

EXNER, J.-P., BERGNER, B., ZEILE, P., BROSCHE, D. (2012): Humansensorik in der räumlichen Planung, In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.), Angewandte Geoinformatik 2012. Berlin/Offenbach.

EXNER, J.-P.; WUNDSAM, T.; JUNG, C.; FABISCH, M. (2013): CURE MODERN – Monitoring of Infrastructures in Cross-Border Regions, in: SCHRENK, M., POPOVICH, V., ZEILE, P., ELISEI, P., Proceedings of RealCORP 2013, Rom.

EXNER, J.-P.; WUNDSAM, T.; KEBBEDIEN, G. (2014): Geoweb-Werkzeuge als Monitoringsmaßnahmen im grenzüberschreitenden Raum Saarland-Lothringen, Schriftenreihe zum Symposium "Grenzüberschreitende Infrastruktur – heute und morgen", Kaiserslautern.

ESRI Deutschland GmbH (2016), Aufgerufen unter: <http://www.esri-germany.de/downloads/arcaktuell/aa-4-2010.pdf>, zitiert am 11.12.2016.

F

FERALSCAN (2016): Help map feral animal sightings in your local area. aufgerufen unter: <http://www.feralscan.org.au>, zitiert am: 21.09.2016.

FOLZ, S. (2016): Virtuelle Ambiente und Raumwahrnehmung – 360-Grad- und 3D-Videos als dynamische Virtual-Reality-Komponenten in der Bestandsaufnahme, Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

FOLZ, S., PROVO, L., ZEILE, P. (2015): Track me if you plan - Smartphonebasierte Untersuchung urbaner Aktivitätsmuster. In: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung SRL e.V. (Hg.): Planerin 6/2015. Berlin.

FOLZ, S.; BROSCART, D.; ZEILE, P. (2016): Raumerfassung und Raumwahrnehmung – aktuelle Techniken und potentielle Einsatzgebiete in der Raumplanung. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2016, Hamburg, Wien.

FOXSCAN (2016): Community Mapping where you help map feral animals and the damage they cause – Fox Sightings, aufgerufen unter: <https://www.feralscan.org.au/foxscan/map.aspx>, zitiert am: 21.09.2016.

FÜRST, D.; SCHOLLES, F. (2008): Planungstheorie – Wissenschaftliche- und kommunikationstheoretische Grundlagen der Planung. In: Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, Dortmund.

G

GARMIN CONNECT (2016): Garmin Connect – Aktivitäten verfolgen, analysieren, weitergeben und Motivation erhalten, aufgerufen unter: <https://connect.garmin.com/de-DE/> zitiert am: 23.12.2016.

GIBSON, J. J. (1979): The ecological approach to visual perception. Houghton Mifflin, Boston.

GOOGLE STREET VIEW (2016): aufgerufen unter:

<https://www.google.de/maps/streetview/#> zitiert am: 09.02.2016.

GOODCHILD, M. F. (2007): Citizens as Sensors: the World of Volunteered Geography. In: *Geo-Journal*, 69 (4), 211-221.

GOOGLE EARTH (2017) aufgerufen unter: www.earth.google.de zitiert am: 10.02.2017.

GOPRO (2017): Das ist die Hero5-Familie, aufgerufen unter: <https://de.gopro.com>, zitiert am: 04.05.2017.

GPS VISUALIZER (2017): Do-It-Yourself Mapping, aufgerufen unter: <http://www.gpsvisualizer.com>, zitiert am: 16.04.2017.

GROß, D. (2015): EmoCyclingConcept – Potentiale der emotionalen Stadtkartierung für Radverkehrskonzepte am Usecase Worms, Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

GRÖGER, G.; KOLBE, T.; DREES, R.; KOHLHASAS, A.; MÜLLER, H.; KNOSPE, F.; GRUBER, U.; KRAUSE, U. (2004): Das interoperable 3D-Stadtmodell der SIG 3D der GDI NRW, GDI, NRW, Düsseldorf.

H

HARRIS, B.; BATTY, M. (1993): Locational Models, Geographic Information and Planning Support Systems. In: *Journal of Planning, Education and Research*, 12(3), 184-198.

HENSON, D. B. (1993): *Visual Field*. Oxford University Press, Oxford.

HESCH, G. (2011): *Talking Places Kaiserslautern – Making the invisible visible*.

Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

HOMANN, H.-J. (2009): Praxishandbuch Filmrecht – Ein Leitfaden für Film-, Fernseh- und Medienschaffende. Berlin.

HÖFFKEN, S. (2009): Google Earth in der Stadtplanung – Die Anwendungsmöglichkeiten von Virtual Globes in der Stadtplanung am Beispiel von Google Earth, Diplomarbeit TU Berlin, In: ISR Graue Reihe Heft 19, Institut für Stadt- und Regionalplanung, Berlin.

HÖFFKEN, S. (2011): Die Kartierungs-Revolution. In: Bauverlag BV GmbH: Stadt-Bauwelt 190, S. 14-21. Gütersloh.

HÖFFKEN, S. (2015): Mobile Partizipation – Wie Bürger mit dem Smartphone Stadtplanung mitgestalten, Dissertation im Fachbereich Raum- und Umweltplanung der Technischen Universität Kaiserslautern, Verlag Dorothea Rohn, aufgerufen unter: <https://kluedo.ub.uni-kl.de/frontdoor/index/index/docId/4095>, zitiert am: 01.12.2016.

HÖHL, W. (2008): Interaktive Ambiente mit Open-Source-Software. 3D-Walk-Throughs und Augmented Reality für Architekten mit Blender 2.43, DART 3.0 und ARToolKit 2.72. Springer Wien.

I

INGLOBE TECHNOLOGIES (2017): AR MEDIA AUGMENTED REALITY PLUGIN NOW AVAILABLE, aufgerufen unter: www.inglobetechnologies.com, zitiert am: 01.02.2017.

J

JACOBS, J. (1961): The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House Vintage Books.

JANSSEN J.-K. (2016): „Oculus Touch im Test – So echt können sich Hände in VR anfühlen“, aufgerufen unter: <https://www.heise.de/ct/artikel/Oculus-Touch-im-Test-So-echt-koennen-sich-Haende-in-VR-anfuehlen-3552295.html>, zitiert am: 18.04.2017.

JESSEL, B.; TOBIAS, K. (2002): Ökologisch orientierte Planung, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

JOST, N. (2013): Frankfurt Nordend, Großer Architektorentwurf, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

K

KATZ, M.; KNOTH, T.; LEBEAU, L. (2015): „Lärmmessung mit dem Smartphone am Beispiel ausgewählter Android-Apps“, Seminararbeit im Rahmen des Masterkurses „Mobile Geoweb-Methoden für die Planung“ am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

KEBBEDIES, G. (2013): CURE MODERN WebGIS – Erstellung einer Planungs- und Kommunikationsplattform am Beispiel des grenzüberschreitenden CURE MODERN Projektes. Diplomarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern.

KODAK (2017): Kodak 4KVR360 – Full 360° 4K in one smart package, aufgerufen unter: <https://kodakpixpro.com/Europe/de/cameras/vrcamera/4kvr360/>, zitiert am: 05.05.2017.

KÖPPEN, L. (2014): Geoportale und räumliche Planung – Der internetbasierte Freizeitführer SaarMoselle als Beispiel für ein computergestütztes Instru-

ment des Regionalmarketings. Masterarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern.

KREIBIG, S. D. (2010): Autonomic nervous system activity in emotion: A review. In: *Biological Psychology*, 84 (3), 394-421.

L

LAYAR (2009): The first augmented reality browser premiers in the Netherlands, aufgerufen unter: <http://layar.com/blog/2009/06/> zitiert am: 04.01.2017.

LAYAR (2011): Layar Creator places the power of interactive prints at everyone's fingertips, aufgerufen unter: <http://layar.com/pr/creator/> zitiert am: 05.01.2017.

LEERSTANDSMELDER (2016): Leerstände in Kaiserslautern melden, aufgerufen unter: <https://www.leerstandsmelder.de/kaiserslautern>, zitiert am: 11.11.2016.

LEIDECKER, H., ZIMMER, D. (2017): URBAN CABLE CARS – Die Fortentwicklung von Visualisierungstechniken zu Kommunikationsmethoden bei der Planung urbaner Seilbahnen am Beispiel des Stadtbildes von Konstanz, Masterarbeit am Fachgebiet Landschafts- und Freiraumentwicklung, TU Kaiserslautern.

LEIDECKER, H.; ZIMMER, D.; BROSCART, D.; ZEILE P. (2017): Visualisierungen von Seilbahnen im urbanen Raum. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2017*. Berlin/Offenbach, Druck in Vorbereitung.

LFU BAYERN (2017): Prüfungsablauf und Berücksichtigung von sonstigen Artenschutzbelangen, aufgerufen unter:

<https://www.lfu.bayern.de/natur/sap/pruefungsablauf/index.htm> , zitiert am: 04.02.2017.

LIGHTNINGMAPS (2017): Echtzeitblitzkarte, aufgerufen unter: lightningmaps.org, zitiert am: 03.04.2017.

LIMITLESSCOMPUTING (2017): Sightspace Pro – show clients what your digital models and designs will look like in the real world, aufgerufen unter: <http://sightspace.pro>, zitiert am: 14.04.2017.

LuftVG (2017): Luftverkehrsgesetz der Bundesrepublik Deutschland.

M

MACH, R.; PETSCHKE, P. (2006): Visualisierung digitaler Gelände- und Landschaftsdaten, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.

MARIN, F. (2017): From „Smart Cities“ to „Smart Citizens“: When Technology meets Activism, Interview with Mara Balestrini from FabLab Barcelona, aufgerufen unter: <http://magazine.ouishare.net/2017/03/from-smart-cities-to-smart-citizens-when-technology-meets-activism/>, zitiert am: 30.03.2017.

MARTINO, M., BRITTER, R., OUTRAM, C., ZACHARIAS, C. & BIDERMAN, A. (2010): Senseable City: Digital Urban and Modelling.

MASDAR CITY (2017): Masdar clean energy, aufgerufen unter: <http://masdar.ae/en/energy/about-masdar-clean-energy> zitiert am: 01.05.2017.

MELBOURNEURBANFORESTVISUAL (2017): Melbourne Urban Fores Visual - Explore Melbourne's Urban Forest, explore the map, learn about the issues, get

involved. aufgerufen unter: <http://melbourneurbanforestvisual.com.au>, zitiert am: 04.05.2017.

MEMMEL, M. & GROß, F. (2011): RADAR – Potentials for Supporting Urban Development with a Social Geocontent Hub. In: Schrenk, M., Popovich, V. & Zeile, P. (Eds.), Real CORP Proceedings 2011, S. 777-784, Wien..

METCALFE, J. (2012): Australias City Light Pollution dwarfed ist blazing Wildfires, aufgerufen unter: <https://www.citylab.com/life/2012/12/australias-city-light-pollution-dwarfed-its-blazing-wildfires/4236/>, zitiert am: 03.05.2017.

MICHEL, F.; STEFFEN, D.; BERGNER, B. S.; EXNER, J.-P.; ZEILE, P. (2013): A new Approach in the Visualization of Georeferenced Sensor Data in Spatial Planning. In SCHRENK, M.; POPOVICH, V.; ELISEI, P.; ZEILE, P. (Hrsg.) (S. 17-24) Real CORP Proceedings 2013. Rom, Wien.

MICROSOFT HEALTH APP (2016): Microsoft Health – Get actionable insights for healthier living, aufgerufen unter: <https://www.microsoft.com/microsoft-health/en-us>, zitiert am: 08.09.2016.

MIKROKOPTER XL (2017): Mikrokopter Okto XL 6S12, aufgerufen unter: https://www.mikrocontroller.com/index.php?main_page=product_info&products_id=840, zitiert am: 03.05.2017.

MILGRAM, P.; COLQUOHOUN, H. (1999): A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration. In: OHTA, Y.; TAMURA, H.: International Symposium on Mixed Reality, Berlin.

MURGANTE B.; BORRUSO, G. (2014): Smart City or Smurfs City? In: MURGANTE ET AL.: Computational Science and Its Applications - ICCSA 2014. Lecture notes in Computer Science, Vol. 8580, Springer, Cham, 738-749.

MÜLLER, M. (2013): 3D-Monitoring ohne Grenzen – Visualisierungsmethoden des Monitorings am Beispiel grenzüberschreitender Zusammenarbeit im Rahmen des EU-Projekts CURE MODERN, Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern.

N

NABU (2017): Kleines Gerät mit großer Wirkung – Der Bat-Detektor macht Fledermausrufe hörbar, aufgerufen unter: <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/batnight/11234.html>, zitiert am: 06.04.2017.

NATIONAL GEOGRAPHIC (2013): A cougar ready for his close-up, aufgerufen unter: <http://proof.nationalgeographic.com/2013/11/14/a-cougar-ready-for-his-closeup/>, zitiert am: 20.05.2017.

NEMETSCHKE (2012): AR-works – where seeing is believing, aufgerufen unter: http://download2cf.nemetschek.net/www_misc/VW2012_arworks_prodslick.pdf, zitiert am: 03.01.2017.

NETATMO (2017): Netatmo smarte Wetterstation – Ihre persönlichen Wetterdaten auf Ihrem Smartphone, aufgerufen unter: <https://www.netatmo.com/de-DE/product/weather/weatherstation>, zitiert am: 07.05.2017.

NOLL, R. (2012): Der Einsatz von Augmented Reality Methoden zur Kommunikation bei Konversionsprojekten, Bachelorarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

NOLL, R. (2014): Crowdmapping – Realisierung einer Plattform für die kollaborative Erfassung und Visualisierung räumlicher Daten, Masterarbeit am Fach-

gebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

NOLL, R.; ZEILE, P. (2015): Crowdmapping – Kollaborative Erfassung und Visualisierung räumlicher Daten anhand der Plattform OpenCrowdMaps, In: Schrenk, M., Popovich, V. & Zeile, P. (Eds.), Real CORP Proceedings, Gent, Wien.

O

OCULUS (2017): Oculus – Lass dich von deiner Fantasie leiten, aufgerufen unter: <https://www.oculus.com/gear-vr/> zitiert am: 04.05.2017.

O'REILLY, T. (2005): What is the Web 2.0? Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software.

O'REILLY, T.; MILSTEIN, S.; BOMBIEN, V.; PAHRMANN, C.; PELZ, N. (2013): Das Twitter-Buch, 3. Auflage. dpunkt.verlag.

P

PAPASTEFANOU, G. (2008): Bodymonitor-Smartband, aufgerufen unter: <http://bodymonitor.de/#Technologie>, zitiert am: 10.10.2016.

PEREZ, S. (2014): Google Launches Photo Sphere Camera App on iOS, unter: <http://techcrunch.com/2014/08/19/google-launches-photo-sphere-camera-on-ios/> aufgerufen am: 09.02.2016.

PLANNING NSW (2017): Interactive Buildings New South Wales - Want to know what you can change on a property without any planning approval? aufgerufen unter: <http://interactivebuildings.planning.nsw.gov.au>, zitiert am: 22.05.2017.

PROVO, L; FOLZ, S.; KOPAL, K.; ZEILE, P. (2016): Track me if you plan – Aufzeichnung urbaner Aktivitätsmuster mittels Smartphonetracking. In: SCHRENK, Manfred; POPOVICH, Vasily; ZEILE, Peter: Real Corp Proceedings 2016, Hamburg, Wien.

Q

QUT (2016): The robot eyes have it: cutting-edge tool for koala conservation, aufgerufen unter: <https://www.qut.edu.au/institute-for-future-environments/about/news/news?news-id=110821>, zitiert am: 03.04.2017.

R

RATTI, C. (2013): Smart City, Smart Citizens, Egea-Verlag, Mailand.

RATTI, C.; TOWNSEND, A. (2011): The Social Nexus. Scientific American, 306(3), 41-48.

RATTI, C.; TOWNSEND, A. (2012): Die smarte Stadt der Zukunft. Spektrum April, 62-67, Heidelberg, aufgerufen unter: <http://www.spektrum.de/magazin/die-smarte-stadt-der-zukunft/1142721>, zitiert am: 31.03.2016.

RAUMPIRATEN (2017): Kaiserslauterns Freiraumschätze erobern! – unabhängige Plattform zur Verbreitung und Dokumentation von Ideen und Aktionen rund um die kreative Aneignung urbaner Freiräume zum Zweck der Steigerung der Lebensqualität und des Spaßes am Leben in der Stadt, aufgerufen unter: <http://raumpiraten.org>, zitiert am: 28.05.2017.

REINWALD, F.; SCHOBER, C., DAMYANOVIC, D. (2013): From Plan to Augmented Reality Workflow for Successful Implementation of AR Solutions in Planning and Participation Processes. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2013, Casa dell'Architettura, Rom, Wien.

RESCH, B., MITTLBÖCK, M., KRANZER, S., SAGL, G., HEISTRACHER, T. & BLASCHKE, T. (2011): „People as Sensors“ mittels Personalisierten Geo-Trackings, Salzburg. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.), Angewandte Geoinformatik 2011. S.682-687, Berlin/Offenbach.

S

SAVE-THE-KOALA (2016), Australian Koala Foundation, aufgerufen unter: <https://www.savethekoala.com/koala-map>, zitiert am: 25.12.2016.

SCHIRNER, P. (2013): Shape Grammars in der Stadtplanung – Ein Erfahrungsbericht mit der „CityEngine“, In: Planerin 1/2013, Berlin.

SCHLÖBL, P. (2016): Smart City oder Clevere Stadt – Herausforderungen für die Zukunft der Städte am Beispiel Nürnbergs, Masterarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden der TU Kaiserslautern.

SKYFOOL (2017): Kontrollierte Lufträume in Deutschland, aufgerufen unter: <http://www.skyfool.de/luftraeume>, zitiert am: 27.01.2017.

SKY SCOUT (2017): Sky Scout – Drones against Deforestation, aufgerufen unter: <https://www.wilderness.org.au/articles/help-get-sky-scout-ground>, zitiert am: 25.05.2017.

SONNENSCHNEIN, C. (2017): Neue Luftverkehrsordnung in Kraft getreten – Was ändert sich?, in modellflieger-magazin des DMFV, Ausgabe 03-2017, S. 26-27, Wellhausen & Marquardt Mediengesellschaft bR, Hamburg.

STREICH, B. (2005): Stadtplanung in der Wissensgesellschaft – Ein Handbuch, 1. Auflage, VS Verlag, Bonn.

STREICH, B. (2011): Stadtplanung in der Wissensgesellschaft – Ein Handbuch, 2. Auflage, VS Verlag, Bonn.

STREICH, B. (2014): Subversive Stadtplanung, VS Verlag, Wiesbaden.

STÜER, B. (2009): Der Bebauungsplan – Städtebaurecht in der Praxis. 4. Auflage. Beck Juristischer Verlag. München.

SUROWIECKI, J. (2004): The Wisdom of Crowds – Why the Many are Smarter than the Few and how Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations. Doubleday. New York.

U

ULRICH, R. S. (1981): Natural Versus Urban Scenes: Some Psychophysiological Effects. *Environment and Behavior*, 13, 523-556.

UMWELTBUNDESAMT (2017): Planungssystem Deutschland, aufgerufen unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/planungsinstrumente-planungsraeume-stufen-der#textpart-1> zitiert am: 08.01.2017.

V

VAN VONDEREN, J. (2015): Drones with heat-tracking cameras used to monitor koala population, aufgerufen unter: <http://www.abc.net.au/news/2015-02-24/drones-to-help-threatened-species-koalas-qut/6256558>, zitiert am: 11.04.2017.

VEP STUTT GART (2007): Virtual Environmental Planning, aufgerufen unter: <http://www.veps3d.org/site/252.asp>, zitiert am: 10.01.2017.

VOLLMER, M. (2015): Der Dreiklang der Eigentümermobilisierung - Kommunikative Strategien zur Revitalisierung innerstädtischer Quartiere, Dissertation im Fachbereich Raum- und Umweltplanung der TU Kaiserslautern, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

W

WEISER, M. (1991): The Computer for the 21st Century. In: Scientific American, 265.

WHEELMAP (2017): Rollstuhlgerechte Orte finden, aufgerufen unter: <https://wheelmap.org/map#/?zoom=14>, zitiert am: 02.04.2017.

WIETZEL, I. (2007): Methodische Anforderungen zur Qualifizierung der Stadtplanung für innerstädtisches Wohnen durch Mixed Reality-Szenarien und immersive Techniken. Dissertation, TU Kaiserslautern – FB ARUBI, Kaiserslautern, aufgerufen unter: https://kluedo.ub.uni-kl.de/files/1901/Wietzel_Diss.pdf zitiert am: 01.05.2017.

WIETZEL, I. (2008): Entwurfsebenen in der Stadtplanung I + II, Vorlesung in der Reihe „Planungs- und Entwurfsmethoden“, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, Lehrgebiet Stadtplanung, TU Kaiserslautern.

WOMSAT (2016): Record Wombats in your local area, aufgerufen unter: <https://womsat.org.au/womsat/map.aspx>, zitiert am: 23.09.2016.

WUNDSAM, T. (2012): Urbane Monitoring Systeme – Die Stadt im Fokus: Erfassungsmethoden von 3D-Stadtmodellen im Wandel, Diplomarbeit am Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern.

Y

YUHAN, S.; LANGE, E.; THWAITES, K. (2015): Improved Photographic Representation of Human Vision for Landscape Assessment, in: Buhmann, E.; Ervin, S.; Pietsch, M.: Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015 at Anhalt University of Applied Sciences, Wichmann, Berlin und Offenbach.

Z

ZEILE, P. (2010): Echtzeitplanung Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung. Dissertation, TU Kaiserslautern – FB ARUBI, Kaiserslautern, aufgerufen unter: <http://kluedo.ub.uni-kl.de/volltexte/2010/2497/>, zitiert am: 22.12.2016.

ZEILE, P. (2011): Augmented City – erweiterte Realität in der Stadtplanung. In: Stadtbauwelt 24/2011, Berlin.

ZEILE, P.; STREICH, B. (2011): Städtebauliche Methodenentwicklung mit GeoWeb und Mobile Computing – Untersuchung über die Fortentwicklung des städtebaulichen und raumplanerischen Methodenrepertoires angestoßen durch technologische Neuerungen im Internet. Kaiserslautern, aufgerufen unter: <http://geoweb.arubi.uni-kl.de/?p=287> . zitiert am: 05.03.2016.

ZEILE, P., EXNER, J.-P. & STREICH, B. (2009): Humans as Sensors? The Measurement of Physiological Data in Urban Areas and Its Possible Use for Urban Planning. 11th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM), Hong Kong.

ZEILE, P., RESCH, B., EXNER, J.-P., & SAGL, G. (2015): Urban Emotions: Benefits and risks in using human sensory assessment for the extraction of contextual emotion information in urban planning. In S. Geertman, J. Ferreira, R. Goodspeed, & J. Stillwell (Eds.), *Planning Support Systems & Smart Cities* (pp.

209–225), Springer.

ZUBE, E. H.; PITT, D. G.; ANDERSON, T. W. (1976): Perception and measurement of scenic resources in the Southern Connecticut River Valley. *Landscape Research*, 1, 10-11.

7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- S. 22 Abb. 1:** Themenkomplexe bei der planerischen Grundlagenermittlung [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 25 Abb. 2:** Das Planungssystem in Deutschland [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 30 Abb. 3:** Die Entwicklung des Internets von der reinen Informationsplattform über den Bereich der Social Media bis hin zum Geoweb [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 33 Abb. 4:** Der Werkzeugkasten des Planers - Planning Support Systems [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 34 Abb. 5:** Die Bestandteile eines geografischen Informationssystems [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011: 288]
- S. 35 Abb. 6:** Das Prinzip von Raster- und Vektorgrafik [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011: 289]
- S. 38 Abb. 7:** Smartphone und darin verbaute Sensorik [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 44 Abb. 8:** Veränderungen eines Ortes im zeitlichen Verlauf am Beispiel der Errichtung des Burj Khalifa in Dubai über die Google Earth Zeitleiste [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GOOGLE EARTH 2017]
- S. 50 Abb. 9:** Die Aufteilung des Geowebes aus planerischer Sicht in die vier Kategorien „Strukturplanung“, „Raumsensorik“, „Gestaltungsplanung“ und „Kommunikationsplattformen“ [EIGENE DARSTELLUNG]

- S. 52 Abb. 10:** Städtebauliche Strukturelemente unterteilt nach Geometrietyp und Maßstabsebene [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2005:232]
- S. 56 Abb. 11:** Tagging von Wombat-Sichtungen über die Plattform WomSat [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von WOMSAT 2016]
- S. 57 Abb. 12:** Tagging von Fuchs-Sichtungen über die Plattform FoxScan [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von FOXSCAN 2016]
- S. 59 Abb. 13:** Beschränkung des Zugangs zu georeferenzierten Taggingdaten der Save-the-Koala-Foundation [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von SAVE-THE-KOALA 2016]
- S. 60 Abb. 14:** Anlegen einer Themenkarte über die Plattform OpenCrowd Maps [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von OPENCROWD-MAPS 2017]
- S. 61 Abb. 15:** Tagging-Möglichkeiten städtischer Strukturen anhand vordefinierter Tags im OSM Tracker für Android [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 62 Abb. 16:** Verortung städtischer Barrieren im Stadtgebiet von Frankfurt am Main zur Identifikation rollstuhlgerechter Orte [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von WHEELMAP 2017]
- S. 63 Abb. 17:** Leerstandsmelder Kaiserslautern [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von LEERSTANDSMELDER 2016]
- S. 64 Abb. 18:** Linienartige Strukturdaten im Mobilitätssektor und Ableitung von Echtzeit-Stauinformationen [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GOOGLE MAPS 2017]

- S. 65 Abb. 19:** Dokumentation sportlicher Aktivitäten durch GPS-Tracking und Analyse der Fortbewegungsgeschwindigkeit [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von MICROSOFT HEALTH APP 2016]
- S. 66 Abb. 20:** Motivation durch virtuelle Trophäen und Analyse persönlicher Bestleistungen [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GARMIN CONNECT 2016]
- S. 68 Abb. 21:** Heatmaps der getrackten Bewegungsdaten insgesamt (links) und der mit Transportmitteln zurückgelegten Strecken [BIESEWEG ET AL. 2015 in PROVO ET AL. 2016]
- S. 73 Abb. 22:** Definition von Baulückenarten anhand ihrer jeweiligen Eigenschaften [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 74 Abb. 23:** Digitalisierung einer Baulücke vor Ort [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 75 Abb. 24:** Einpflege der Baulückeninformationen ins Desktop-GIS [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 77 Abb. 25:** Sicherung der Fortschreibung eines Baupotentialkatasters [ALBRY ET AL. 2011]
- S. 78 Abb. 26:** Beispiel für die Bereitstellung von Baupotential-Informationen mittels Google Earth [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 84 Abb. 27:** Mikrokopter XL und DJI Phantom 3 im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 86 Abb. 28:** Kontrollierte Lufträume in Deutschland [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von SKYFOOL 2016 auf Basis von GOOGLE EARTH 2016]

- S. 89 Abb. 29:** Aktuelle UAS-Modelle und ihre sensorischen Eigenschaften im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 90 Abb. 30:** Pfad zur Luftbildaufnahme [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 91 Abb. 31:** Photogrammetrische Verrechnung von Einzelaufnahmen zur Generierung einer 3D-Szenerie [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 92 Abb. 32:** Automatisierte Erkennung von Koalas mit Hilfe einem mit Infrarotkamera ausgestattetem UAS [QUT 2015]
- S. 93 Abb. 33:** GPS-Betriebsmodi von DJI-Multikoptern [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 95 Abb. 34:** Der unter dem Motto „Drones against Deforestation“ laufende subversive Ansatz des „Sky-Scout“-Projektes von „The Wilderness Society“ [SKY SCOUT 2017]
- S. 97 Abb. 35:** Methoden der Datenregionalisierung und Geostatistik [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011:249]
- S. 99 Abb. 36:** Echtzeit-Erfassung eines Unwetters über dem Großraum von New Orleans über die Blitzkarte von Lightningmaps [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von LIGHTNINSMAPS 2017]
- S. 100 Abb. 37:** Vergleich von Stadtbeleuchtungen und Buschfeuern in Australien [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von CITYLAB 2017]
- S. 101 Abb. 38:** Gemeldete (Busch-)Feuer im australischen Staat Victoria [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von EMERGENCY VIC 2017]

- S. 102 Abb. 39:** Urbanes Baumkataster Melbourne [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von MELBOURNEURBANFORESTVISUAL 2017]
- S. 104 Abb. 40:** Bat-Detektor [NABU 2017]
- S. 105 Abb. 41:** Wearable Device und die darin verbaute Sensorik [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 106 Abb. 42:** Klassen von Wearables anhand der verwendeten Sensorik im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 107 Abb. 43:** Darstellung des mit einem Microsoft Band durchgeführten Schlafrackings über die zugehörige Microsoft Health-Plattform [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von MICOROSFT HEALTH 2016]
- S. 109 Abb. 44:** Sensorarmband „SMART-Band“ [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 110 Abb. 45:** Parameter einer physiologischen Stressreaktion [EIGENE DARSTELLUNG nach BERGNER ET AL. 2011]
- S. 112 Abb. 46:** Visualisierung der Hautleitfähigkeit eines Einzelprobanden zur Analyse dessen Aufmerksamkeit während der Bewältigung des Weges [EXNER ET AL. 2012]
- S. 113 Abb. 47:** Heatmap der aus den überlagerten Sensordaten ermittelten Stressmomente [EXNER ET AL. 2012]
- S. 114 Abb. 48:** Synchronisierte Sensordaten in einer Videodarstellung [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 115 Abb. 49:** Kartierung der während einer Fahrradfahrt aufgetretenen Stressmomente [GROß 2015:112]

- S. 118 Abb. 50:** Ebenen des städtebaulichen Entwurfs [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von WIETZEL 2008]
- S. 121 Abb. 51:** Level of Detail-Stufen [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 123 Abb. 52:** Erstellung eines digitalen Geländemodells: Höhenlinien (links oben), Schichtstufenmodell (rechts oben), trianguliertes Geländemodell (links unten), geglättetes Geländemodell (rechts unten) [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 124 Abb. 53:** Vom Grundriss zum virtuellen Architekturmodell: Die Verfahrensschritte beim „hand pushed-pulled modelling“ [BROSCHART 2013:24 nach ZEILE 2010:147 unter Verwendung von JOST 2013]
- S. 125 Abb. 54:** In SketchUp erzeugtes 3D-Modell der TU Kaiserslautern in Google Earth [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von UNI3.DE und GOOGLE EARTH 2017]
- S. 126 Abb. 55:** Aus Luftbildern generiertes 3D-Stadtmodell in Google Earth am Beispiel der Stadt Salzburg [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von GOOGLE EARTH 2017]
- S. 127 Abb. 56:** Anhand von definierten Parametern erzeugtes 3D-Stadtmodell von Konstanz [LEIDECKER, ZIMMER 2017]
- S. 128 Abb. 57:** Visualisierung von planerischen Bauvolumen-Festsetzungen mit CityEngine [ESRI 2013]
- S. 129 Abb. 58:** Integration individuell angefertigter 3D-Modells in ein anhand von Parametern entworfenes Umgebungsmodell [BUSCHLINGER ET AL. 2016]

- S. 133 Abb. 59:** Dreidimensionale Pendants planerischer Festsetzungselemente in einem 3D-Bebauungsplan [BROSCHART 2011]
- S. 135 Abb. 60:** Menschliches Sichtfeld [EIGENE DARSTELLUNG nach FOLZ ET AL. 2016]
- S. 136 Abb. 61:** Aktuelle VR-Brillensysteme im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von OCULUS 2017, SAMSUNG 2017, GOOGLE 2017]
- S. 138 Abb. 62:** Aktuelle Techniken zur optischen Raumerfassung im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 140 Abb. 63:** Virtual Reality-Erlebnis durch den Einsatz eines Smartphones in die Samsung Gear VR [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 141 Abb. 64:** Ausschnitt aus der 360°-Simulation des Ausblicks aus einer Seilbahnkabine [LEIDECKER ET AL. 2017]
- S. 146 Abb. 65:** Mit Layar umgesetzter, vor Ort erlebbarer, augmentierter 3D Bebauungsplan [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 149 Abb. 66:** Aktuelle AR-Apps im Vergleich [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 150 Abb. 67:** Urban Story-Telling [BROSCHART 2013 nach DÖRRZAPF 2012]
- S. 151 Abb. 68:** „Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben“ in Saarbrücken am Tag des offenen Denkmals 2013 [EIGENE DARSTELLUNG]
- S. 152 Abb. 69:** Mit AR Media (links) und AR-Works (rechts) umgesetzte AR-Visualisierungen auf Marker-Basis [EIGENE DARSTELLUNG]

- S. 153 Abb. 70:** Augmentierter Bebauungsplan [BROSCHART, ZEILE 2014]
- S. 155 Abb. 71:** Vorgang der Plankommunikation nach dem Sender-Empfänger-Prinzip [EIGENE DARSTELLUNG nach FÜRST SCHOLLES 2008:198]
- S. 157 Abb. 72:** Die drei semiotischen Dimensionen [EIGENE DARSTELLUNG nach STREICH 2011:70]
- S. 159 Abb. 73:** London City-Dashboard [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von CITYDASHBOARD 2017]
- S. 161 Abb. 74:** Animation zulässiger Bauvorhaben und derer Bedingungen [EIGENE DARSTELLUNG unter Verwendung von PLANNING NSW 2017]
- S. 164 Abb. 75:** Darstellung verortender „Imagescan“-Aufnahmen in einem zuvor erstellten 3D-Modell über das CURE MODERN WebGIS [KEBBEDIES 2013 unter Verwendung von MÜLLER 2013]

8. STICHWORTVERZEICHNIS

A

Abstraktionsgrad	119
Augmented Reality (AR)	40
AR-Arten	142
AR-Elemente	142
Artenschutzrechtliche Relevanzprüfung	55

B

Basissensorik	37
Bauleitplanung	27
Baulückenkataster	72
Baupotentialkataster	72
Bebauungsplan	27
Bebauungsplan 3D	132
Big Data	14
Bundesraumordnung	25

C

City-Dashboard	158
Charta von Athen	51
Computer Aided Design (CAD)	33
Crowdsensing	38
Crowdsourcing	40

D

Datenbewusstsein	45
Datenregionalisierung	96
Datenschutz	44
Deduktives Monitoring	40

Digital Divide	36
Dreiecksvermaschung	123

E

Echtzeitplanung	132
EmoCycling	114
Emomapping	41
Erfolgskontrolle	40

F

Fernerkundung	60
Field of View (FOV)	135
First-Person-View (FPV)	85
Flächennutzungsplan	27

G

Gamification	162
Gefahrenstellenmonitoring	114
Geländemodell	121
Geoinformationssystem (GIS)	32
Geotagging	39
Geoweb	30
Gestaltungsplanung	117
Geostatistik	96
Global Positioning System (GPS)	30
Grassroot Sensing	82

H

Heatmaps	54
Hand-pushed-pulled-modelling	128
Hautleitfähigkeit	108
Hauttemperatur	108

I

Immersionsgrad	119
Induktives Monitoring	40
Infrarot-Aufnahmen (IR)	92

K

Kataster-Fortschreibung	76
Kommunikationsfehler	156
Kommunikationstheorie	155

L

Landesentwicklungsplan	26
Leerstandsmelder	62
Level of Detail (LoD)	121

M

Mental Maps	41
Menschen als Sensoren	104
Monitoring	42
Multikopter-Betriebsmodi	93

N

Near Field Communication (NFC)	38
--------------------------------	----

P

Parametrisches Entwerfen	126
Participatory Sensing	82
Photogrammetrie	91
Physiologische Stressreaktion	109
Plankommunikation	155

Planning Support Systems (PSS)	32
Point-of-Interest (POI)	61

Q

Quantified Self	65
Quick Response-Codes (QR-Codes)	39

R

Radio Frequency Identification (RFID)	38
Rastergrafik	34
Raumerfassung	134
Raumsensorik	96
Raumwahrnehmung	134
Regionalplan	27

S

Semiotik	156
Sender-Empfänger-Prinzip	155
Sensornetzwerk	96
Sinnessensorik	37
Smart City	14
Smartphone	36
Stadtmorphologie	44
Strukturkonzept	51
Strukturplanung	51
Städtebaulicher Entwurf	118
Sweep-Modell	123

T

Tracking	64
----------	----

U

Ubiquitous Computing	82
Umweltplanung	24
Unmanned Aerial System (UAS)	83
User Generated Content (UGC)	80

V

Vektorgrafik	34
Virtualized Reality	120
Virtual Reality	120
Virtuelle Globen	78
Vitaldaten	108
Volunteered Geographic Information (VGI)	18

W

Wearables	105
Web 2.0	29
Web 3.0	30
Wisdom of Crowds	20

#

360°-Videos	134
3D-Videos	138

9. LEBENSLAUF



Daniel Broschart (M.Sc.)

Studium:

2007-2008	Maschinenbau (Bachelor) an der TU Kaiserslautern
2008-2012	Raumplanung (Bachelor) an der TU Kaiserslautern
2011	Bachelorarbeit „Bebauungsplan 3D? – Die Möglichkeiten der Visualisierung planerischer Festsetzungen“ am Fachgebiet „Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden“ (CPE)
2011-2013	Stadt- und Regionalentwicklung (Master) an der TU Kaiserslautern
2013	Masterarbeit „ARchitektur – Die Fortentwicklung der Visualisierungs- und Kommunikationsmethoden in Architektur und Raumplanung“ am Fachgebiet „Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden“ (CPE)

beruflicher Werdegang:

- 2010-2013 Hilfswissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet „Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden in Raumplanung und Architektur“ (CPE) von Prof. Streich des Fachbereiches Raum- und Umweltplanung der TU Kaiserslautern
- 2013-2016 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet „Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden in Raumplanung und Architektur“ (CPE) von Prof. Streich des Fachbereiches Raum- und Umweltplanung der TU Kaiserslautern
- 2016-heute Mitarbeiter im Referat „Stadtplanung und Umwelt“ der Stadtverwaltung Landsberg am Lech

weitere Tätigkeiten:

- 2013-heute Mitglied im SRL-Arbeitskreis Vernetzte Informationssysteme (AKVI)
- 2013-heute Reviewer RealCORP
- 2015-heute Reviewer Digital Landscape Architecture (DLA)

Preise:

- 2012 Alumni-Preis des Fachbereichs Raum- und Umweltplanung für die Bachelorarbeit „Bebauungsplan 3D? – Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen“
- 2013 BDB-Sonderpreis für die Masterarbeit „ARchitektur – Die Fortentwicklung der Visualisierungs- und Kommunikationsmethoden in der Architektur und Stadtplanung“

10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich die Chance nutzen, um mich bei einigen Personen zu bedanken, die mich während meines Studiums und der Arbeit in den letzten Jahren maßgeblich unterstützt und beeinflusst haben.

Zu Beginn möchte ich mich bei **Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich** für die Möglichkeit diese Arbeit anfertigen zu dürfen bedanken. Vor allem die Haltung des spielerischen Umgangs mit neuen Techniken zur Entwicklung neuer Planungsmethoden hat mich seit Beginn des Studiums geprägt und dazu bewegt, die Themen computergestützter Planungs- und Entwurfsmethoden in den Fokus meiner Tätigkeiten zu rücken. **Prof. Dr. Thomas Blaschke** möchte ich für die Bereitschaft die Position als Zweitgutachter einzunehmen und die inspirierenden Gespräche vergangener AGIT-Symposien danken. Auch bei **Prof. Dr. phil. Annette Spellerberg** möchte ich mich für die spontane Erklärung zur Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission und Denkanstöße hinsichtlich der gesellschaftlichen Auswirkungen planerische Maßnahmen und deren notwendigen kritischen Reflexion bedanken.

Meiner ehemaligen Kommilitonin und Kollegin **Julia Biber** danke ich für sämtliche Anmerkungen während der Erstellung dieser Arbeit und das Korrekturlesen bis vor kurz vor Abgabe.

Kreative Ideen können nur weiterentwickelt werden, wenn die dafür notwendigen Rahmenbedingungen vorhanden sind. Ich hatte das große Glück diese Voraussetzungen am Fachgebiet „Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden“ zu finden. Hervorzuheben sind hier vor allem meine beiden Kollegen **Dr.-Ing. Peter Zeile** und **Dr.-Ing. Jan-Philipp Exner**, mit denen ich in den sieben Jahren unzählige schöne und spannende Erfahrungen und Erinnerungen auf Konferenzen, bei der Betreuung von Studienprojekten oder bei der Bearbeitung von Forschungsprojekten sammeln durfte. **Silke Wienands** unterstützte uns dabei immer tatkräftig und sorgte immer für die organisatorische Ordnung ohne die viele Vorhaben nicht realisierbar gewesen wären. Die Kommunikation im Dialekt oder auch mal in der nonverbalen Variante zeigte, wie gut dieses

kleine Team funktionierte und der Zusammenhalt über die Auflösung des Fachgebietes hinaus, stellt für mich eine absolut einmalige Erfahrung dar, die ich nicht missen möchte!

Jede der beteiligten Personen hat ihren Teil zur Schaffung dieser familiären Situation beigetragen. Dies gilt insbesondere für die ehemaligen Kollegen mit denen ich zusammenarbeiten durfte, weshalb ich mich auch noch einmal bei Dr.-Ing. Stefan Höffken, Guido Kebedies, Timo Wundsam, Ken-Ping Shen, Linda Dörrzapf, Willi Wendt, Rüdiger Noll, Mara Müller, Sarah Junghans, Natascha Jost, Aylin Ileri, Nadine Leborg, Johann Wilhelm, Dennis Groß, Claire Dodd, Lisa Provo, Kerstin Kopal, Leonie Flachs und Jonas Weinkauff bedanken möchte.

Den Kollegen aus und außerhalb des Fachbereichs danke ich für den Zusammenhalt, konstruktive Diskussionen und die Unterstützung bei gemeinsamen Projekten und deren Bearbeitung. Mein Dank gilt Dr.-Ing. Max Vollmer, Dr.-Ing. Martin Rumberg, Dr. jur. Andreas Hofmeister, Lukas Esper, Susanne Frühauf, Micha Kronibus, Benjamin Bergner, Prof. Dr. agr. Kai Tobias, Dr.-Ing. Karl Ziegler, Christopher Jung, Dr.-Ing. Thomas Fischer, Viola Spurk, Dr. Martin Memmel, Daniel Steffen, Prof. Dr. Bernd Resch, Prof. Dr. Günther Sagl, Dr. Wolfgang Höhl, Dr.-Ing. Dina Sameh Taha und Jun.-Prof. Dr.-Ing. Martin Berchtold.

Außerdem möchte ich bei allen Studenten bedanken, die sich immer mit Begeisterung in Studienprojekten engagiert und zu deren Erfolg beigetragen haben. Besonders hervorgetan haben sich dabei Dennis Becker, Jana Cappel, Nora Daude, Sven Dübner, Steffen Folz, Christian Jankowski, Lisa Knotz, Hanna Leidecker, Kerstin Meyer, Pia Schlößl, Valeska von Karpowitz, Nina Wahrhusen und Dennis Zimmer.

Außer bei meinen ehemaligen Kollegen, möchte ich mich an diesem Punkt auch bei meinen neuen **Kollegen vom Stadtbauamt in Landsberg am Lech** für die herzliche Aufnahme und die Erfahrungen, die ich bisher in Landsberg sammeln konnte und zukünftig werde, bedanken.

Zum Schluss möchte ich mich bei meiner Familie bedanken. Meinen Eltern, **Rita und Peter Broschart**, sowie meinem Bruder, **Marco Broschart**, danke ich für die stetige Unterstützung auf meinem bisherigen Lebensweg.

